



KYSTVERKET

Sjøsikkerhetsanalysen 2022

November 2023

Kystverkets oppsummering med vurderinger og anbefalinger

Forord

Kystverket besluttet i 2022, å igangsette et arbeid med å utarbeide en ny helhetlig sjøsikkerhetsanalyse for norske farvann. Tittelen for arbeidet har vært «Sjøsikkerhetsanalysen 2022».

Formålet med arbeidet har vært å sikre et nødvendig beslutningsgrunnlag de kommende årene for dimensjoneringen av den forebyggende sjøsikkerheten, og prioriteringen av ulike typer sjøsikkerhetstiltak i ulike geografiske områder.

«Sjøsikkerhetsanalysen 2022» er ingen enkeltanalyse, men et samlebegrep for en rekke delanalyser som har inngått i arbeidet. De siste delrapportene ble levert i november 2023, og datagrunnlaget er primært fra siste sjøsikkerhetsanalyse i 2014 og frem til og med 2022. DNV har vært benyttet som konsulent i arbeidet.

I den helhetlige analysen inngår følgende rapporter:

- Interessentanalysen
- Årsaksanalysen
- Trendanalysen
- Analyse av ulykkesstatistikk
- Analyse av farlig last
- Risikoreduserende effekt av sjøsikkerhetstiltak
- Analyse av AISyRisk-data
- Anbefalinger til Kystverket
- Risiko 2060

I tillegg til dette, er det gjort bruk av prognoser for skipstrafikken frem mot 2060, som har vært utarbeidet av Kystverket som et ledd av arbeidet med kommende nasjonal transportplan. Det har også, parallelt med «Sjøsikkerhetsanalysen 2022», blitt gjennomført en egen selvstendig analyse av losplikten og lostjenesten på bakgrunn av en egen bestilling fra Nærings- og fiskeridepartementet om dette.

Denne sluttrapporten er utarbeidet av stab for navigasjonsteknologi og maritime tjenester i Kystverket. Rapporten er skrevet uten bindinger og føringer verken fra overordnede myndigheter eller fra involverte interessenter. Rapportene fra DNV står på egne ben, og egne vurderinger og anbefalinger i denne sluttrapporten kan derfor avvike fra det som kommer frem i de underliggende delrapportene.

Sammendrag

Tittel:	Sjøsikkerhetsanalysen 2022 – Kystverkets oppsummering med vurderinger og anbefalinger	Title:	
Forfattere:	Trond Langemyr, Bjørnar Kleppe m.fl.	Author(s):	
Dato:	21.11.2023	Date:	
Rapport Nr:		Report No:	
Sider:		Pages:	
ISBN papir:		ISBN Paper:	
ISBN elektronisk:		ISBN electronic:	
ISSN:		ISSN:	
Prosjekt:	Sjøsikkerhetsanalysen 2022	Project:	
Prosjektleder:	Trond Langemyr	Project manager:	
Emneord:		Key words:	

Norsk sammendrag:

Engelsk sammendrag:

Innhold

Sammendrag	v
1 Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Rammene for Sjøsikkerhetsanalysen 2022	7
1.2.1 Overordnet beskrivelse	7
1.2.2 Metodisk tilnærming	8
1.2.3 Datagrunnlaget	9
1.2.4 Internt arbeid	9
1.2.5 Eksternt samarbeid og kjøp av konsulentttjenester	10
1.2.6 Avgrensninger	10
1.2.7 Usikkerheter	10
1.2.8 Forutsetninger	10
1.2.9 Utfordringer	11
2 Risikonivået i norske farvann	12
2.1 Historisk utvikling i navigasjonsulykker	12
2.2 Grunnstøtingsulykker	13
2.3 Kollisjonsulykker	16
2.4 Drivende skip	17
2.5 Ulykker med tap av menneskeliv	19
2.6 Utslipp av bunkers og oljelast	20
2.7 Hendelser med potensiale til å utgjøre fare for liv og miljø	21
2.8 Risiko mot 2060	22
2.9 Vurderinger og anbefalinger	24
3 Årsaker til ulykker	26
3.1 Direkte årsaker til navigasjonsulykker	27
3.2 Bakenforliggende årsaker	28
3.3 Mangelfull kontroll	29
3.4 Årsakssammenhenger	30
3.5 Sammenligning med årsaksanalysen fra 2014	31
3.6 Navigatørers syn på årsaker til ulykker (interessentanalysen)	32
3.7 Vurdering og anbefalinger	33
4 Sjøsikkerhetstiltak	36
4.1 Beregnet virkning av eksisterende sjøsikkerhetstiltak	36
4.2 Beregnet virkning av mulige nye sjøsikkerhetstiltak	36

4.3	Samlet virkning av sjøsikkerhetstiltak	38
4.4	Vurdering av anbefalingene gitt fra DNV	38
4.4.1	Intuitiv og optimalisert merking for hver strekning	38
4.4.2	Mer bruk av rutetiltak i risikoutsatte områder	41
4.4.3	Etablere flere værsensorer i særlig utsatte farvann	41
4.4.4	Overvåke større deler av kysten med bruk av adferdsanalyseverktøy	42
4.4.5	Vurdere utvidelse av VTS på Vestlandet nordover til Trondheim	42
4.4.6	Forbedre risikoidentifisering i forkant av losoppdrag	43
4.4.7	Styrke samhandling og kommunikasjon på bro ved losing	43
4.4.8	Utteksle seilingsinformasjon mellom fartøy og los før losbording	44
4.4.9	Støtte arbeidet med å sørge for tilstrekkelig bro-bemannning i nærskipfarten	44
4.4.10	Industrisamarbeid og standardisering på oppsett av ECDIS ved kyst- og innaskjærs seilas	45
4.4.11	Støtte arbeidet med å forbedre alarmsystemer på bro	45
4.4.12	Medvirke til å redusere mengden administrativt arbeid for navigatører	45
4.4.13	Redusere sårbarheten og øke beredskapskapasitet innen cyberhendelser	46
4.4.14	Etablere veileder for beregning av sikkerhetsavstander mellom skipstrafikk og fornybar energiproduksjon	46
4.4.15	Risikoidentifisering og styring	47
4.5	Andre vurderinger knyttet til sjøsikkerhetstiltak	47
4.5.1	Trender og utvikling	47
4.5.2	Enhetskostnader	48
4.5.3	Virkningsberegninger (effekten av sjøsikkerhetstiltak)	48
4.5.4	Risikoanalyseverktøyet AISyRisk	49
4.5.5	Risikonivået og årsakene til ulykker	50
4.5.6	Tema som ikke er behandlet i Sjøsikkerhetsanalysen	50
5	Konklusjon med forslag til prioriteringer	51

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Sjøtransport og annen ferdsel i norske farvann er viktig for Norge. Kystverket jobber kontinuerlig for en effektiv sjøtransport med høy grad av sikkerhet og pålitelighet, og sjøtransporten er i dag en trygg transportform.

Sjøsikkerhetsarbeidet i Norge utøves av mange aktører. Sjøsikkerheten er summen av en rekke faktorer og Kystverket har ansvaret for mange av disse.

I 2014 påbegynte Samferdselsdepartementet et arbeid med en ny stortingsmelding om sjøsikkerhet og beredskap – Meld. St. 35 (2015-2016). Som et ledd i dette arbeidet, fikk Kystverket i oppdrag å utarbeide en helhetlig sjøsikkerhetsanalyse – Sjøsikkerhetsanalysen 2014. Denne analysen var den første av sitt slag, og har vært et viktig kunnskapsgrunnlag for arbeidet med sjøsikkerheten i norske farvann.

Med utgangspunkt i «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» og den påfølgende stortingsmeldingen, har den forebyggende sjøsikkerheten blitt styrket gjennom flere tiltak de senere årene. De risikoreduserende rutetiltakene utenfor territorialfarvannet har blitt gjennomgått og endret, overvåkingen av og rapporteringen fra skipstrafikken er styrket, og det er gjennomført en rekke merketiltak og farledsutbedringer, for å nevne noe.

For å sikre et fortsatt solid kunnskapsgrunnlag for de fremtidige beslutningene som gjelder den forebyggende sjøsikkerheten, besluttet Kystverket i 2022 at det skulle gjennomføres en ny helhetlig analyse av den forebyggende sjøsikkerheten i norske farvann.

Det samlede arbeidet med å utarbeide det nødvendige kunnskapsgrunnlaget for den nye og oppdaterte sjøsikkerhetsanalysen er gitt prosjektittelen ”Sjøsikkerhetsanalysen 2022”. Analysen forventes å bli et viktig grunnlag og premiss for prioriteringer og ressursallokeringer i arbeidet med Nasjonal transportplan og den forebyggende sjøsikkerheten i de kommende årene.

1.2 Rammene for Sjøsikkerhetsanalysen 2022

1.2.1 Overordnet beskrivelse

Sjøsikkerhetsanalysen skal være en viktig del av kunnskapsgrunnlaget for beslutninger de kommende årene, både når det gjelder dimensjoneringen av den forebyggende sjøsikkerheten og når det gjelder prioriteringer mellom ulike typer tiltak i ulike områder, samt mellom områder.

Dette betyr at alle vesentlige aspekter ved den forebyggende sjøsikkerheten måtte analyseres. Med vesentlige aspekter menes da forhold som direkte eller indirekte påvirker effekten til de ulike sjøsikkerhetstiltakene, både enkeltvis og i sammenheng med andre tiltak.

Analysen måtte dekke et lengre tidsperspektiv, fra dagens dato og frem til 2060, samt å omfatte alle norske farvann. Med sistnevnte menes territorialfarvannet, norsk økonomisk sone, samt fiskevernsonen rundt Svalbard og fiskerisonen ved Jan Mayen.

Analysen måtte også være geografisk differensiert, både på tiltakssiden så vel som når det gjelder det rent risikomessige. Og sist, så måtte analysen kunne gi svar og anbefalinger på hva som Kystverket bør ha søkelys på i tiden fremover.

Oppsummert har noen av de viktigste hovedmålene med den oppdaterte sjøsikkerhetsanalysen vært å:

- Få revidert kunnskap om årsaker til navigasjonsulykker opp til 2021/22 for å få kunnskap om hvordan tiltak skal innrettes for å bli mest virkningsfulle (Årsaksanalysen)
- Få revidert kunnskap om kvantitativ virkning av allerede igangsatte tiltak i Kystverket, av fremtidige tiltak i Kystverket, fremtidig virkning av faktorer utenfor Kystverket og virkning av aktuelle nye typer tiltak (Risikoreduserende effekt av sjøsikkerhetstiltak)
- Fornye forankringen hos interessenter av hva som er mest aktuelle årsaker og tiltak opp til 2021/22, og ta hensyn til dette i prioritering av fremtidige tiltak (Interessentanalysen)
- Anslå kvantitativt sannsynlighet for navigasjonsulykker (eksklusiv kontaktskader) og drivende skip (inkl. blackout), for næringsfartøy i 2021 og fremover til 2060 basert på Kystverkets trafikkprognoser (Analyse av ulykkesstatistikk).
- Identifisere trender og utviklingstrekk som kan påvirke sjøsikkerheten i tiden fremover (Trendanalysen)
- Kjenne kvantitativt aggregert virkning av allerede besluttede fremtidige tiltak i Kystverket og virkning av fremtidige faktorer fra utenfor Kystverket og med innfasingsprofil av virkningene over tid frem til 2060 (Risiko 2060)
- Kunne dimensjonere behov for samlet virkning av fremtidige tiltak i Kystverket og antatt virkning av valgte tiltak

1.2.2 Metodisk tilnærming

Innledningsvis ble relevante analyser og rapporter fra perioden etter den forrige sjøsikkerhetsanalysen gjennomgått. Dette for å skaffe en oversikt over det gjeldende kunnskapsgrunnlaget ved prosjektets oppstart. Basert på dette, ble det klart hvilke analyser som ville kreves, både for å tette kunnskapshull og for å oppdatere allerede tilgjengelige analyser med nye data og ny kunnskap.

Kystverket valgte deretter å gjøre et avrop på den eksisterende rammeavtalen vi har med DNV for å få nødvendig bistand med å gjennomføre arbeidet. Følgende analyser ble besluttet utarbeidet:

- a) Interessentanalyse
Gjennomføre en interessentundersøkelse tilsvarende som fra 2014, og som identifiserer hva som oppfattes subjektivt som største sjøsikkerhetsrisikoer, beste eksisterende tiltak og mest ønskede fremtidige tiltak. Interessenter inkluderer navigatører, losere, trafikkledere mer flere, og som har erfaring med seilas i norske farvann de siste årene.
- b) Årsaksanalyse
Gjennomføre en ny årsaksanalyse, både kvantitativt og kvalitativt, med utgangspunkt i gransknings- og hendelsesrapporter fra 2014 til og med 2022. Årsaksanalysen skal gi en forståelse av hvilke årsaker, i et samspill mellom menneskelige, tekniske og organisatoriske forhold, som fører til ulykker i norske farvann.
- c) Risikoreduserende effekt av sjøsikkerhetstiltak
Oppdatere den tidligere effektanalysen fra 2014 basert på ny kunnskap, men også inkludere en analyse av fremtidige virkninger av allerede besluttede, men ennå ikke fullt virkende tiltak i Kystverket (for eksempel digitale ruter og farledstiltak). I tillegg, også inkludere nye mulige fremtidige tiltak, og sjøsikkerhetstiltak av betydning som ligger utenfor Kystverkets ansvarsområde (for eksempel nytt utstyr om bord etter 2014). Avslutningsvis etablere en tiltaksdatabase for Kystverket med virkning og innslagspunkt over tid.
- d) Analyse av ulykkesstatistikk
Identifisere og kvantifisere dagens risiko, samt trender i ulykkesutviklingen og risikoen for hendelser med tap av menneskeliv og akutt forurensning. Herunder få frem de

viktigste risikodriverne for ulykker og utviklingstrekk fra forrige analyse i 2014. Med drivere forstås her skipstyper, ulykkestyper, skipsstørrelser og til dels geografiske områder. Selve årsaker til ulykker behandles i årsaksanalysen.

- e) Analyse av AISyRisk data
Analysere risikodata i AISyRisk hvor det kvantifiseres ulykkesfrekvenser og risiko for hendelser med tap av menneskeliv og akutt forurensning. Peke på endringer i beregnet risiko fra 2015 og frem til i dag.
- f) Trendanalyse
En beskrivelse og generell risikobetraktning av overordnede globale trender og utvikling som kan påvirke sjøsikkerheten i norske farvann. Beskrivelsen skal gi svar på hvordan det påvirker Norge og hvordan Kystverket bør forholde seg til det.
- g) Analyse av farlig last
Beskrive dagens transport av IMDG-last i norske farvann, samt beregne sannsynligheten for ulykker med skip som fører slik last. I tillegg, beskrive og analysere transport av eksplosjonsfarlig og radioaktiv last i norske farvann
- h) Risiko 2060
Presentere den fremtidige trenden for navigasjonsulykker i norske farvann basert på prognostisert skipstrafikk. Utvikle en modell som gir mulighet for å visualisere forskjellige fremtidsscenario basert på hvilke sjøsikkerhetstiltak som velges gjennomført.
- i) Anbefalinger til Kystverket
DNV sine anbefalinger til Kystverket basert på resultatene og funnene som er dokumentert i de øvrige delrapportene til Sjøsikkerhetsanalysen 2022. Hovedfokus på hvordan Kystverket kan forbedre sjøsikkerheten, men anbefalinger utenfor etatens ansvarsområde kan også omtales om relevant.

1.2.3 Datagrunnlaget

I arbeidet med å oppdatere tidligere analyser og fremskaffe ny kunnskap, har noen av de viktigste dataene vært som følger:

- AIS data fra 2014 til 2022 (hele år)
- Njord data (lospliktige seilaser og ulykker)
- SafeSeaNet data (farlig og forurensende last)
- IHS Fairplay data (skipsdata)
- Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase med hendelsesforløp (SDU)
- Data fra Vardø VTS (hendelser og oljetransporter)
- Undersøkelserapporter fra Statens havarikommisjon for transport
- Rapporter fra Kystverkets egne undersøkelser av ulykker
- Hendelsesregistreringer fra sjøtrafikksentralene i Kystverket
- Rapporter fra Sjøfartsdirektoratet
- Miljøberedskap sin utslippsdatabase (KYSTSIM)
- Meteorologiske data fra DNMI
- Maritim 21
- EMSA/EMSAFE årsrapporter
- Lloyds list/DNV rapport: Maritim sikkerhet 2012-2021

1.2.4 Internt arbeid

Kystverket har benyttet seg av intern kompetanse som hensiktsmessig. Arbeidet har vært ledet fra stab for navigasjonsteknologi og maritime tjenester, men kvalitetssikringen av de mottatte rapportene har vært gjennomført på tvers av organisasjonen.

Trafikkprognoser og rapporten «Risiko 2060» er i sin helhet utarbeidet av avdelingen for transportplanlegging og mobilitet, men kvalitetssikret av DNV.

Ut over arbeidet med trafikkprognoser og rapporten «Risiko 2060», har det interne arbeidet primært vært knyttet til prosjektledelse, kvalitetssikring, metodisk støtte og faglig veiledning mot DNV, samt fremskaffelse av nødvendige data for arbeidet til konsulent.

1.2.5 Eksternt samarbeid og kjøp av konsulenttjenester

Et godt eksternt samarbeid og kjøp av konsulenttjenester, har vært avgjørende for å få ferdig arbeidet med sjøsikkerhetsanalysen innenfor et rimelig tidsaspekt.

Av eksternt samarbeid, vil vi særlig fremheve det gode samarbeidet vi har hatt med Sjøfartsdirektoratet tilknyttet ulykkesdatabasen, men også å komme i kontakt med viktige interessenter.

Kjøp av konsulenttjenester har skjedd gjennom rammeavtalen som Kystverket har med DNV. Det er DNV som har utarbeidet de fleste rapportene tilknyttet Sjøikkerhetsanalysen 2022, men det må samtidig bemerkes at alt arbeid er utført i tett samarbeid med Kystverket. I tilknytning til arbeidet som DNV utførte, ble det også arrangert et arbeidsseminar for å se nærmere på eventuelle nye sjøsikkerhetstiltak eller forbedringer til eksisterende tiltak. På dette arbeidsmøtet deltok en rekke interessenter.

1.2.6 Avgrensninger

Analysene har vært avgrenset til det som gjelder eller kan få betydning for sjøsikkerheten i norske farvann. I tillegg har analysen vært avgrenset til næringsfartøy med AIS transponder klasse A (bærekraft), og et hovedfokus på forhold som angår navigasjonsulykker (grunnstøting og kollisjon) inklusiv drivende grunnstøting. Fritidsfartøy, kontaktskader, operasjonelle utslipp (bunkring, last-overføring etc.) og havnesikring (ISPS) har ikke vært en del av analysene.

En endring fra den forrige sjøsikkerhetsanalysen i 2014, er at analysene denne gangen ikke har vært begrenset til forhold der Kystverket har virkemidler som kan påvirke sjøsikkerheten. Sjøikkerhetsarbeidet i Norge utøves av flere aktører, så hensynet til eksterne forhold er denne gangen også ivarettatt i analysearbeidet.

1.2.7 Usikkerheter

Det er usikkerhet knyttet til utviklingen på en rekke områder. Det er en betydelig utvikling innen skipsteknologi, med vekt på effektive og miljøvennlige løsninger. Videreutvikling av elektroniske støttesystemer for navigatører vil bidra til økt sikkerhet og effektivitet. Bedre informasjonsflyt mellom skip og land, utvidede tjenestetilbud fra sjøtrafikksentraler og integrasjon av systemer for maritim sikkerhetsinformasjon som vær-, strøm- og bølgevarsel og trafikkinformasjon er nøkkelord her. Oppsummert kan det konkluderes med at det alltid vil være en del usikkerheter knyttet til det som angår den fremtidige utviklingen innenfor skipsfart.

I de enkelte delanalysene, er antakelser og usikkerheter gjort nærmere rede for.

1.2.8 Forutsetninger

En forutsetning for arbeidet med Sjøikkerhetsanalysen 2022, har vært at analysen skal være belysende og rådgivende, men ikke endelig besluttende. Arbeidet skal primært gi en veiledning på hvilke sjøsikkerhetstiltak (nye som eksisterende) som bør inngå i fremtidens «sjøsikkerhetsportefølje», og gi økt kunnskap om effekten av de ulike tiltakene isolert sett, og i sammenheng med andre tiltak.

Det har også vært en forutsetning at analysen ikke skal gi et endelig svar på den eksakte geografiske plasseringen av tiltak, eller om og når disse skal gjennomføres. Dette har vært forutsatt å komme frem av senere analyser/studier, basert på det kontinuerlige arbeidet med å opprettholde et forsvarlig sjøsikkerhetsnivå.

Andre forutsetninger, tilknyttet de enkelte delanalysene, fremgår direkte i disse.

1.2.9 Utfordringer

Den største utfordringen i prosjektet med å utarbeide Sjøsikkerhetsanalysen 2022, har vært tilknyttet tidspunktet for ferdigstilling sammen med kompleksiteten og tilhørende usikkerheter i et slikt arbeid. Arbeidet ble påbegynt med utgangspunkt i den opprinnelige tidsplanen for Nasjonal Transportplan (NTP), men da regjeringen bestemte å forsere NTP-leveransene med ett år, fikk det naturligvis også følger for den opprinnelige planen for sjøsikkerhetsanalysen.

Utfordringene har særlig vært knyttet til tilgangen til interne ressurser i arbeidet. Det generelt høye aktivitetsnivået i Kystverket i 2022/23 innenfor saksbehandling og analyser, har medført at kvalitetssikringsarbeidet og tilbakemeldinger til DNV har tatt lengre tid enn hva som hadde vært best mulig. I tillegg, har tiden til rådighet gjort at vi har måtte avgrense noe av det komplekse arbeidet med å beregne virkningene til ulike sjøsikkerhetstiltak. Blant annet, hadde vi et ønske om å utvikle en justeringsfaktor for virkningen av VTS basert på det geografiske områdets kompleksitet (farvannets beskaffenhet, trafikkmengde, type trafikk med mer), men dette måtte vi i stedet utsette til et senere oppfølgingsarbeid.

Til tross for utfordringene, har vi med Sjøsikkerhetsanalysen 2022 likevel kommet et godt skritt videre i arbeidet med å forstå risikomomenter og mulige avbøtende tiltak bedre. En sjøsikkerhetsanalyse vil uansett aldri kunne gi presise svar på alle spørsmål, men forsøke å gi det beste svaret som kan gis basert på den tilgjengelige kunnskapen som foreligger ved analysestidspunktet.

2 Risikonivået i norske farvann

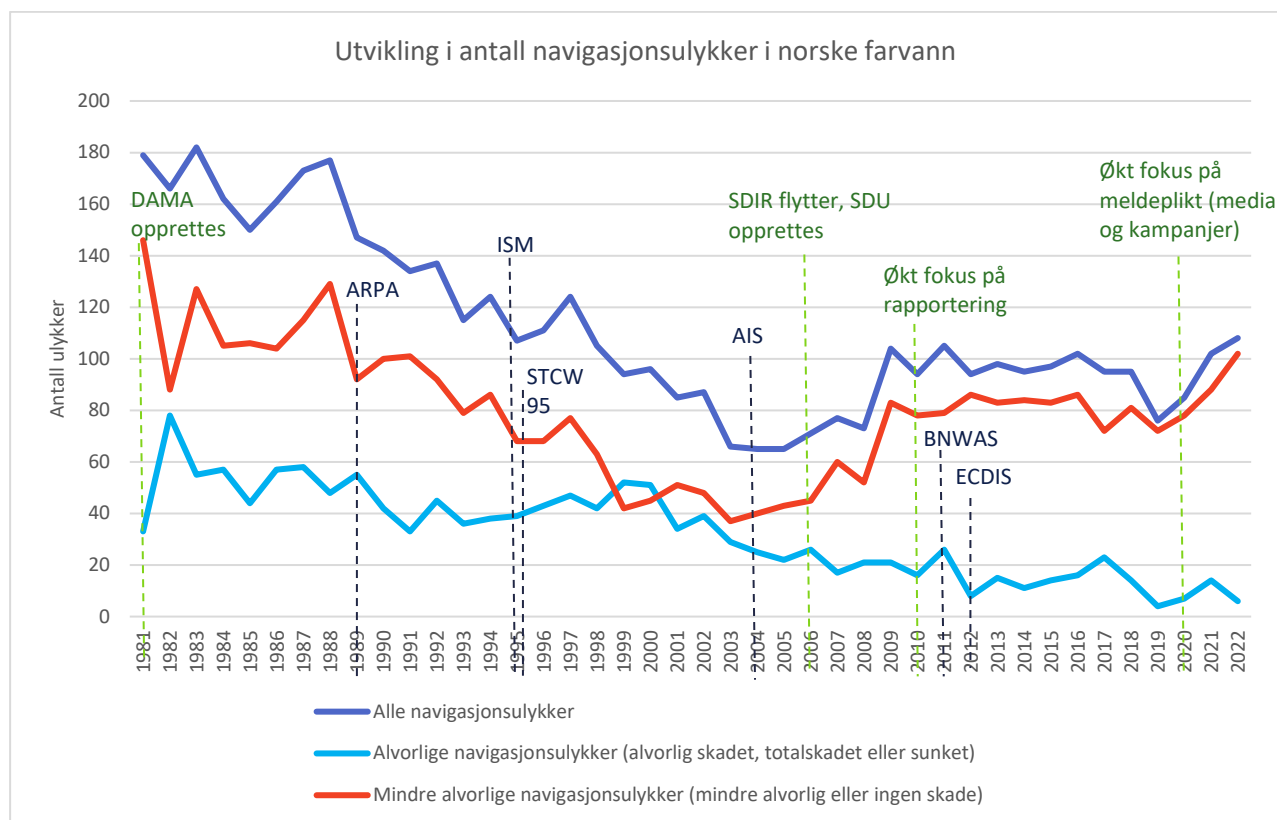
2.1 Historisk utvikling i navigasjonsulykker

Det er de mindre alvorlige navigasjonsulykkene, med liten eller ingen fartøyskade, som har vært, og fortsatt er dominerende (ca. 70 % av totale antall navigasjonsulykker), og som derfor i stor grad er styrende for utviklingen i totale antall navigasjonsulykker. Frem til 2005 har det vært en jevn nedgang i det registrerte totale antall navigasjonsulykker. Fra 2006 til 2009 har det vært en økning i antall ulykker, hvor det deretter har vært en utflating. Fra 2019 har det derimot vært en jevn økning i registrerte ulykker frem til i dag (2023).

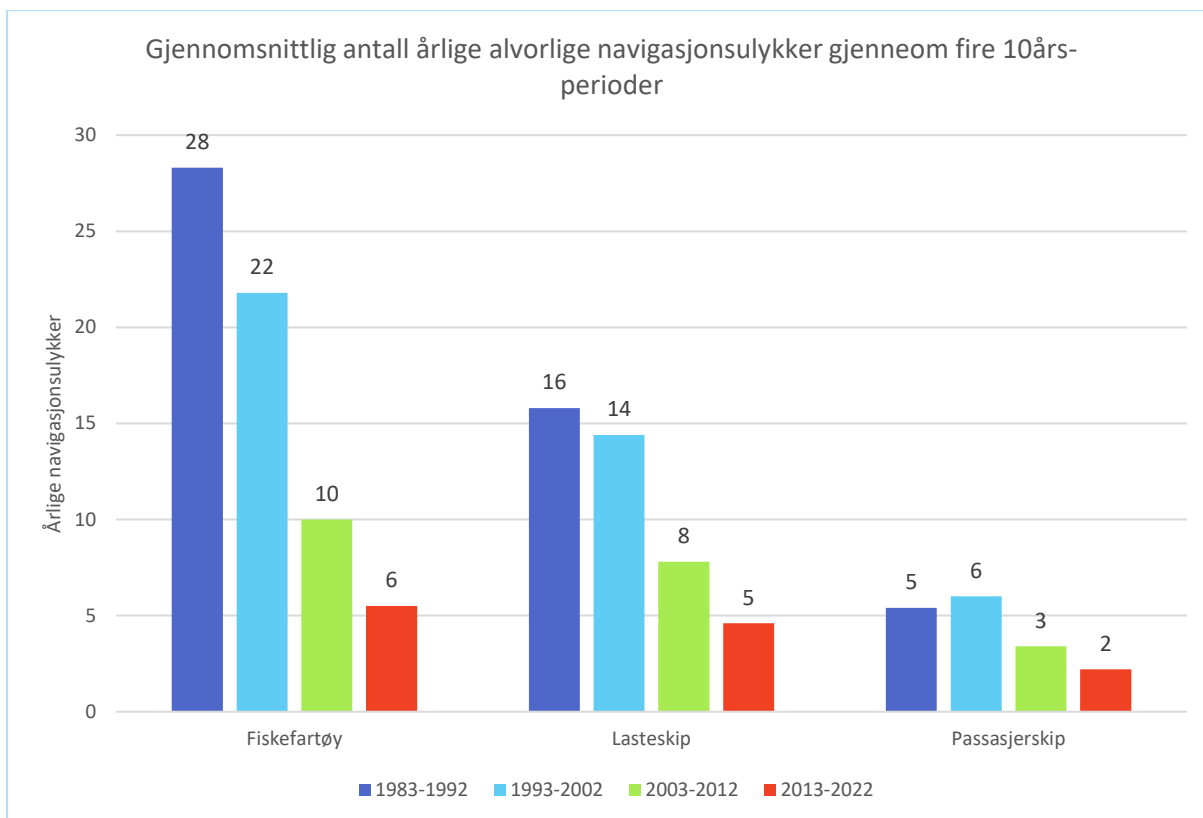
Ser vi utelukkende på de alvorlige navigasjonsulykkene (med alvorlig skade, totalskade eller sunket) viser statistikken en meget positiv utvikling i antall årlige ulykker. Det var seks alvorlige navigasjonsulykker i 2022, sammenlignet med 78 i 1982. Det er også disse tallene det er heftet minst usikkerhet med, ettersom de aller fleste alvorlige skipsulykker blir registrert og/eller kjent gjennom media, og dermed registrert av Sjøfartsdirektoratet.

Mengden utseilt distanse fra skip i norske farvann har økt jevnt fra 2015 og frem til 2019, en samlet økning på omtrent 9 %. Fra 2019 har utseilt distanse gått litt ned frem til 2022, mens ulykkene derimot har økt. Om økningen skyldes faktisk økt hyppighet av ulykker eller om årsaken kan tilskrives bedre innrapportering av ulykker er usikkert. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til tallene for de mindre alvorlige hendelsene. Dette begrunnes i at det i perioden rundt 2006 og 2020, hvor det har vært en relativt stor økning i antall registrerte ulykker, så har det også vært endringer i Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase og/eller økt fokus på innrapportering.

Det er grunnstøtingsulykkene som er dominerende i norske farvann (92 %), sammenlignet med kollisjonsulykker (8 %). Slik har det også vært historisk tilbake til 80-tallet.



Figur 1 Utvikling i årlig antall navigasjonsulykker (grunnstøtinger og kollisjoner) i norske farvann fra 1981 til 2022

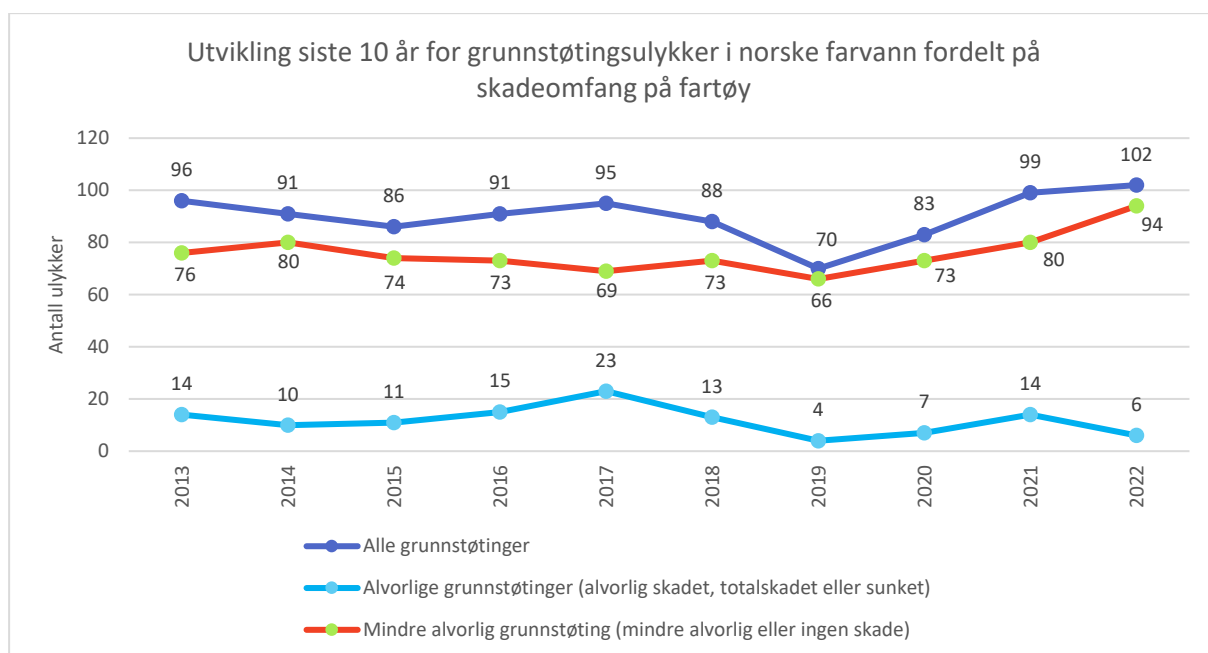


Figur 2 Gjennomsnittlig antall årlige alvorlige navigasjonsulykker gjennom fire 10-årsperioder

2.2 Grunnstøtingsulykker

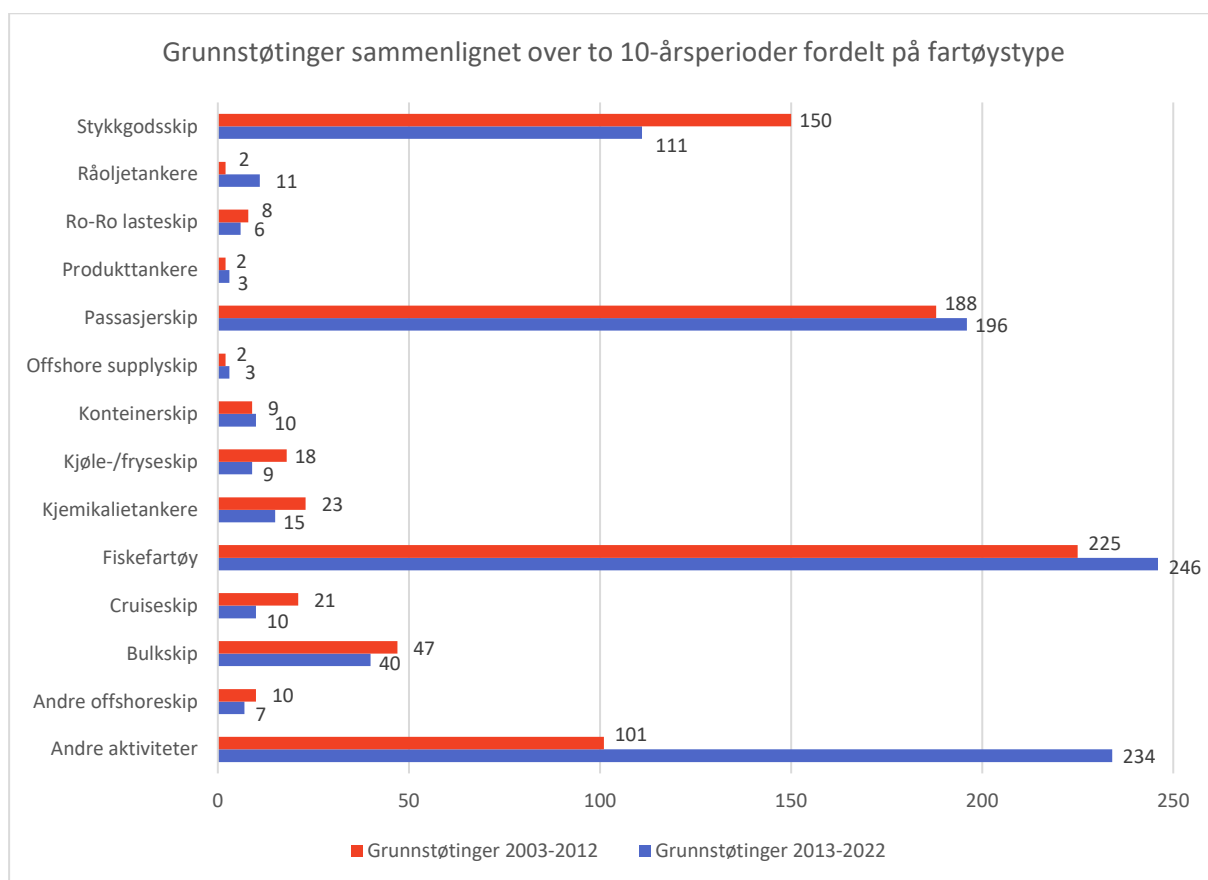
I grunnstøtinger inngår både de som inntreffer under motorkraft og de som skjer på grunn av fartøy som mister motorkraft og driver på land. Den store andelen av grunnstøtinger er imidlertid under motorkraft. Drivende grunnstøtinger utgjør kun et fåtall av de registrerte grunnstøtingene og er tidligere beregnet til om lag 3 % av totale antall grunnstøtinger [4]. Det er ikke mulig å automatisk skille på grunnstøtinger under motorkraft og drivende i Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU), da må man gå gjennom alle ulykkene manuelt.

Antall grunnstøtinger har ligget rundt 90 ulykker i året siden 2013. For 2021 og 2022 ligger vi imidlertid på rundt 100 grunnstøtinger i året, som er litt over det nivået som har vært de siste årene. I 2022 ble det registrert 102 grunnstøtinger. Det er de mindre alvorlige, med liten eller ingen fartøyskade, som er dominerende, og som derfor i stor grad er styrende for utviklingen i totale antall grunnstøtinger.



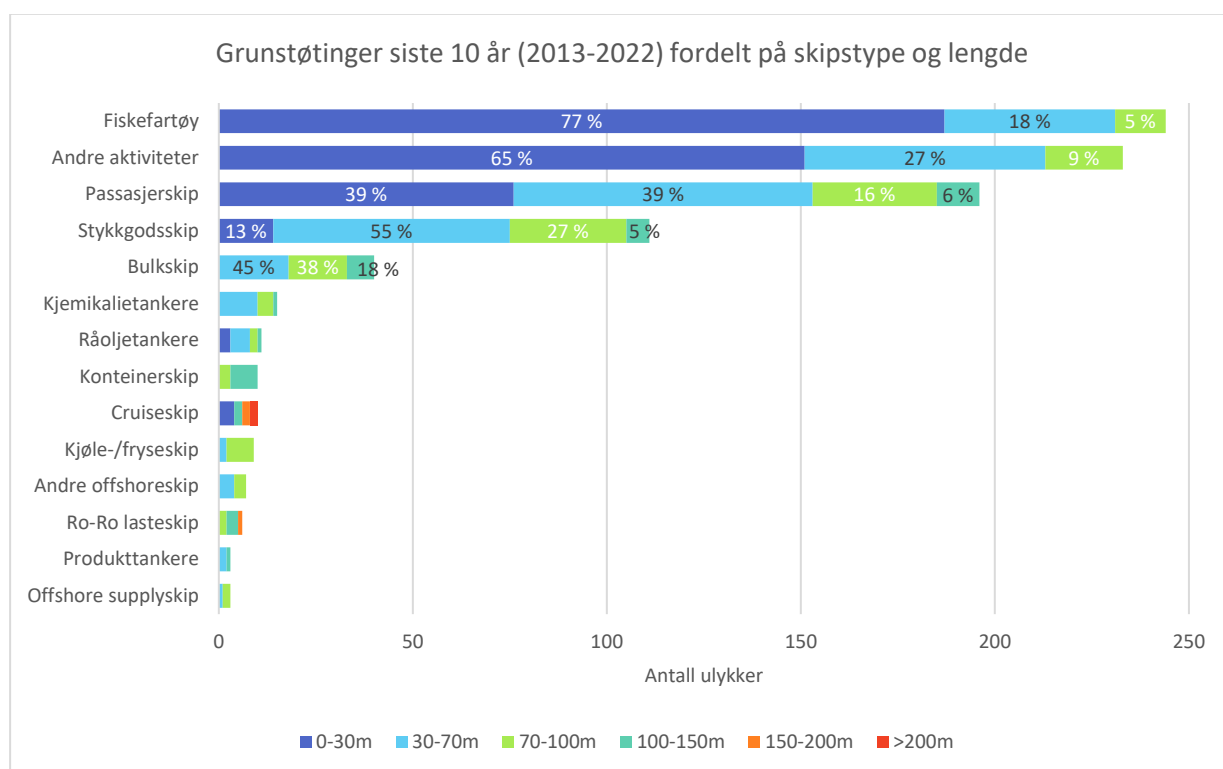
Figur 3 Utvikling i årlig antall grunnstøtingsulykker i norske farvann de siste 10 år, fordelt på skadeomfang på fartøy

Antall grunnstøtinger fordelt på fartøystype har endret seg når vi sammenligner de siste 10 årene med forrige 10-årsperiode. Her ser vi at det er fartøy i kategorien «andre aktiviteter» som har hatt en kraftig økning i antallet grunnstøtinger. Dette er typiske fartøy som brønnfartøy, arbeidsbåter, taubåter, mindre servicefartøy og redningsfartøy.



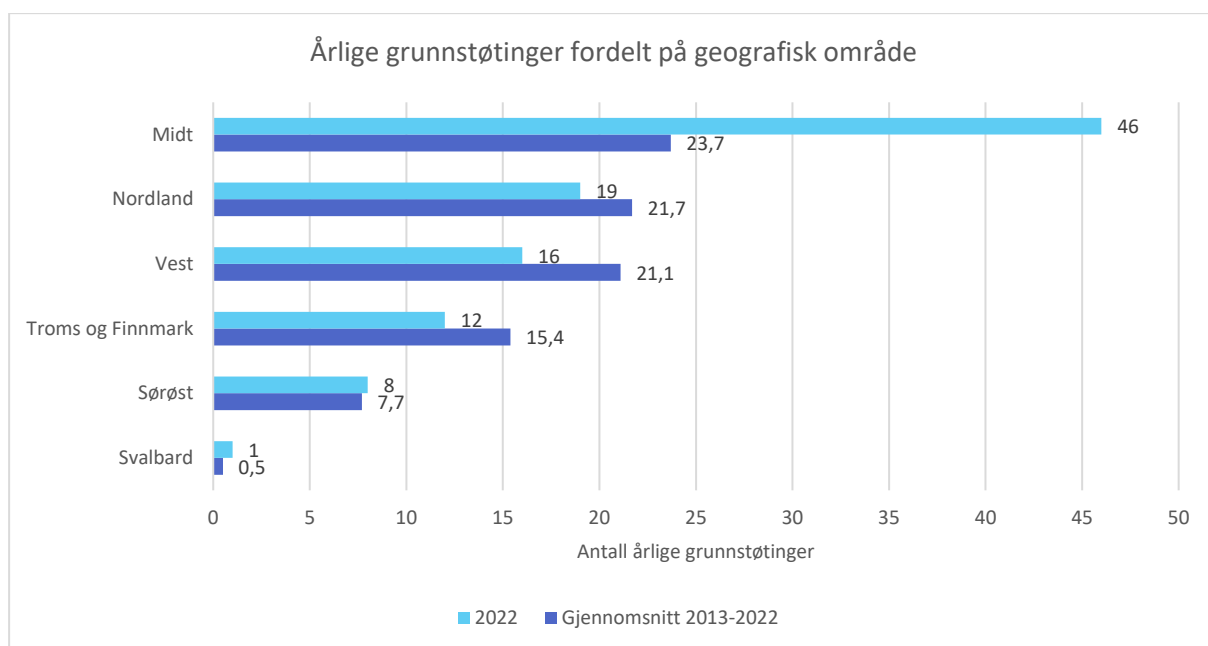
Figur 4 Grunnstøtinger sammenlignet over to 10-årsperioder fordelt på fartøystype

De skipstypene som har høyest grunnstøtingshyppighet er fiskefartøy, andre aktiviteter, passasjerskip og stykkgodsskip. 80 % av grunnstøtingene i norske farvann er med fartøy under 70m, 15 % med fartøy 70-100m og 4 % med fartøy 100-150m og kun 1 % med fartøy over 150m. Ser man grunnstøtingene i forhold til eksponeringen eller aktivitetsnivå, her målt i utseilt distanse, får vi et litt annet bilde på fordelingen i ulykkesrisiko per skipstype. Da observeres at bulkskip har flest grunnstøtinger per utseilt distanse. Fiskefartøy and andre aktiviteter kommer som nummer to og tre på listen, mens passasjerskip kommer lenger ned, dvs. har færre grunnstøtinger per utseilt nautisk mil.



Figur 5 Antall grunnstøtinger siste 10 år (2013-2022) fordelt på skipstyper og lengdekategorier

Når det gjelder den geografiske fordelingen av grunnstøtingsulykker, så ser vi naturlig nok noen forskjeller basert på trafikkmengder, ulike typer av fartøysaktivitet og forskjeller i kompleksiteten i farvannet mellom de ulike regionene (fremstilt med utgangspunkt i Kystverkets tidligere regionstruktur, og i tillegg Svalbard). Både gjennomsnittet de siste 10 årene og 2022 viser at det er i området Midt det har forekommet flest grunnstøtinger. Sammenlignet med snittet de siste 10 årene for dette området, var det tilnærmet en dobling i 2022. En stor andel av denne økningen ser vi kommer fra fartøysgruppen «andre aktiviteter», og som er arbeidsbåter, brønnbåter og foringsbåter knyttet til havbruksnæringen. Vi ser også at mange av ulykkene skjer utenfor hoved- og billed.



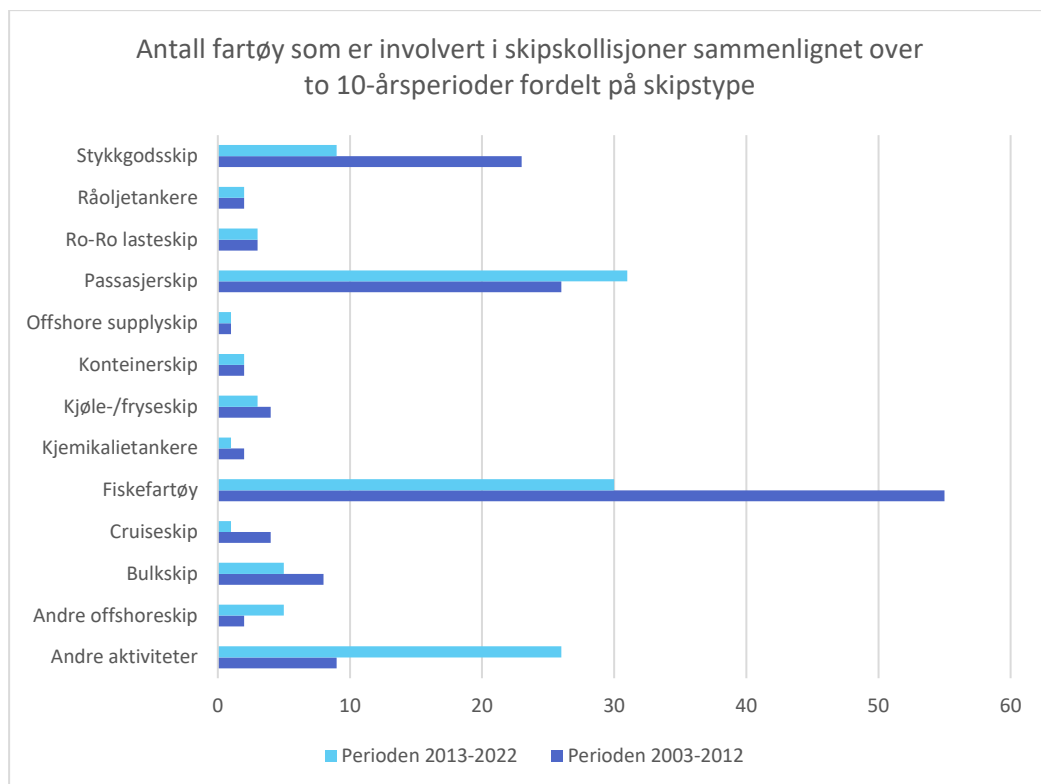
Figur 6 Antall grunnstøttinger fordelt på geografisk område for 2022, sammenlignet med gjennomsnittet siste 10 år (2013-2022)

	Andre aktiviteter	Andre offshoreskip	Bulkskip	Cruiseskip	Fiskerfartøy	Kjemikalietankere	Kjøle-/fryseskip	Konteinerskip	Offshore supplyskip	Passasjerskip	Produkttankere	Ro-Ro lasteskip	Råoljetankere	Stykkogodsskip
Midt	39 %	1 %	4 %	0 %	20 %	2 %	2 %	1 %	1 %	12 %	0 %	1 %	2 %	15 %
Nordland	25 %	0 %	6 %	0 %	33 %	2 %	1 %	0 %	0 %	20 %	0 %	0 %	1 %	11 %
Svalbard	20 %	0 %	0 %	20 %	20 %	0 %	0 %	0 %	0 %	40 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Sørøst	8 %	0 %	6 %	3 %	12 %	0 %	0 %	4 %	0 %	60 %	1 %	0 %	0 %	6 %
Troms og Finnmark	19 %	1 %	1 %	1 %	57 %	1 %	1 %	0 %	0 %	10 %	0 %	0 %	2 %	6 %
Vest	25 %	1 %	5 %	1 %	13 %	2 %	1 %	2 %	0 %	29 %	0 %	1 %	0 %	18 %

Tabell 1 Grunnstøttinger siste 10 år (2013-2022), fordelt på geografisk område og skipstype. Summen av grunnstøttinger (fordelt på skipstype) per område blir 100 %, dvs. hver rad i tabellen summeres opp til 100 %

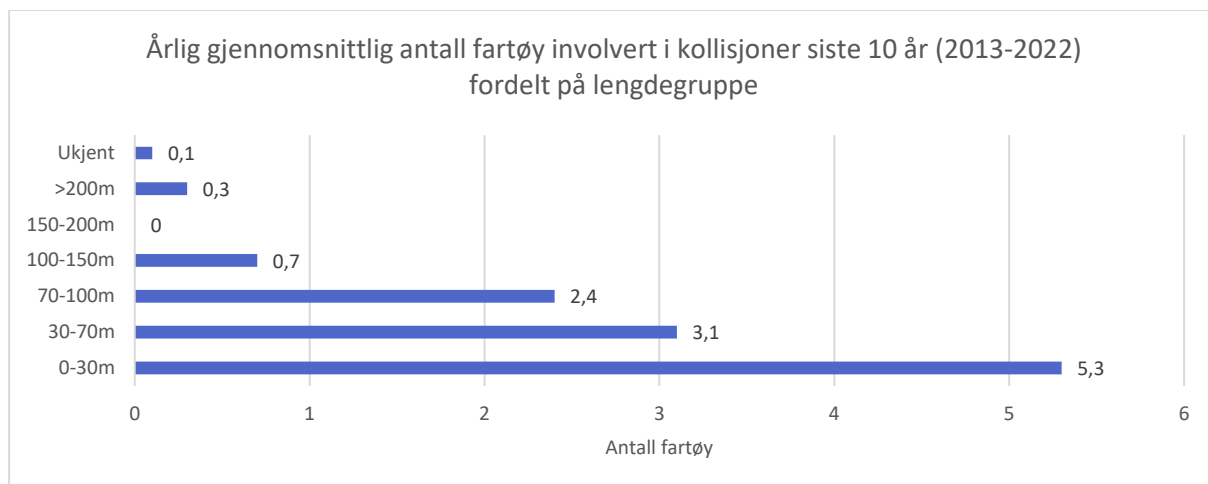
2.3 Kollisjonsulykker

For kollisjonsulykker har utviklingen vært veldig varierende. Det er generelt få kollisjoner i norske farvann, sammenlignet med grunnstøttinger. Det at det i seg selv er relativt få ulykker gjør at det kan bli store årlige variasjoner. Det er de mindre alvorlige, med liten eller ingen fartøyskade, som er dominerende, og som derfor i stor grad er styrende for utviklingen i totale antall skipskollisjoner. Utviklingen for de alvorlige kollisjonene (med alvorlig skade, totalskade eller sunket) har, generelt sett vært veldig lav. Siste alvorlige kollisjonsulykke var i 2018, og før det var det lå det omtrent på rundt 1-3 alvorlige ulykker årlig.



Figur 7 Antall fartøy som er involvert i skipskollisjoner sammenlignet over to 10-årsperioder fordelt på skipstype. Fremstillingen gir ikke antall unike fartøy, og ved kollisjonshendelser hvor to fartøy er med regnes dette her som to fartøyshendelser. Dette for å få riktig fordeling ned på skipstyper.

Vi ser at den store andelen av kollisjoner inntreffer med skip under 1 000 BT og 1 000 til 5 000 BT, med fartøyslengde under 100m. Det er de minste skipene (eller fartøyene) som har høyest hyppighet av ulykker.

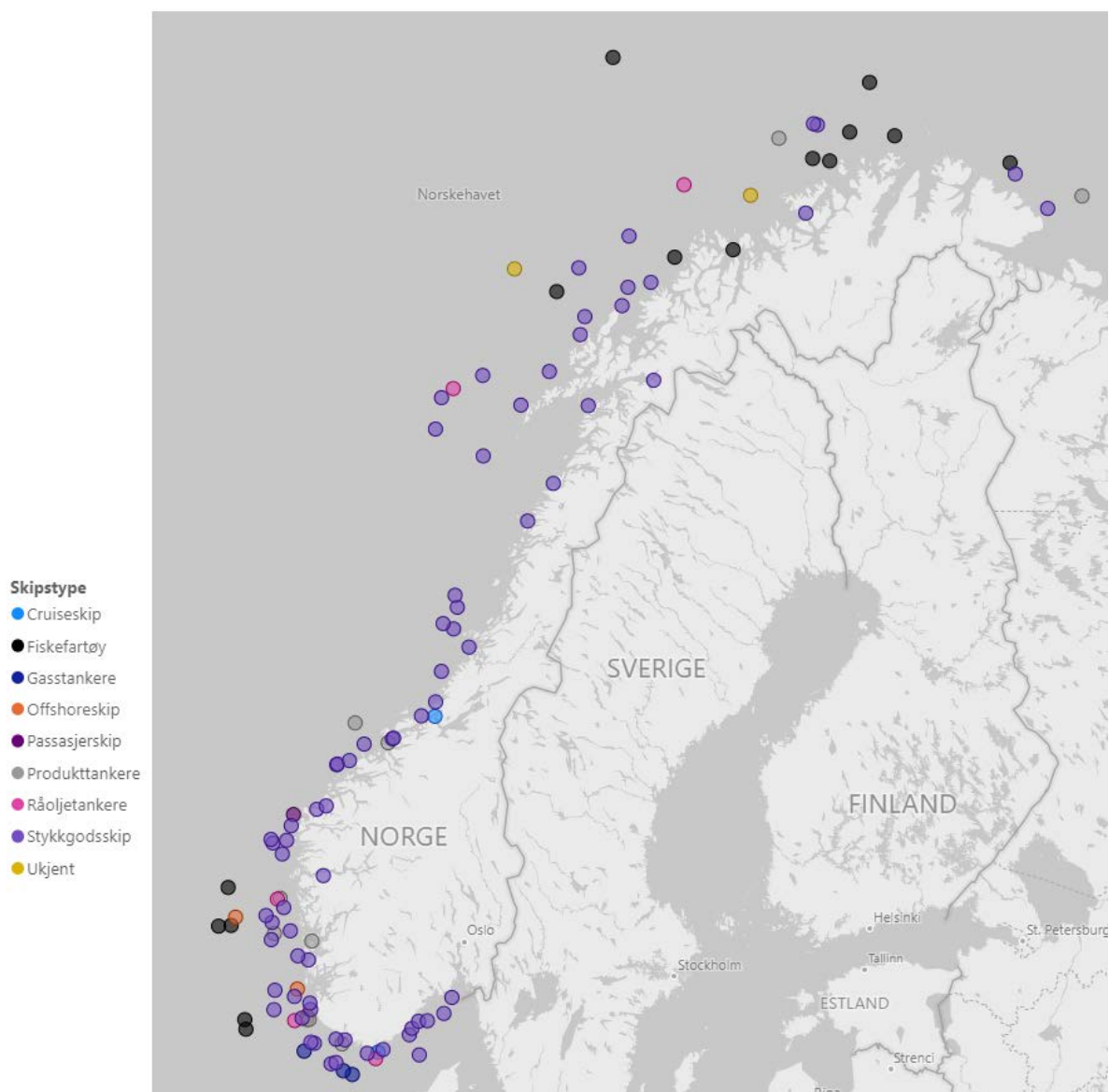


Figur 8 Årlig gjennomsnittlig antall fartøy involvert i skipskollisjoner fordelt på skipslengde siste 10 år (2013-2022)

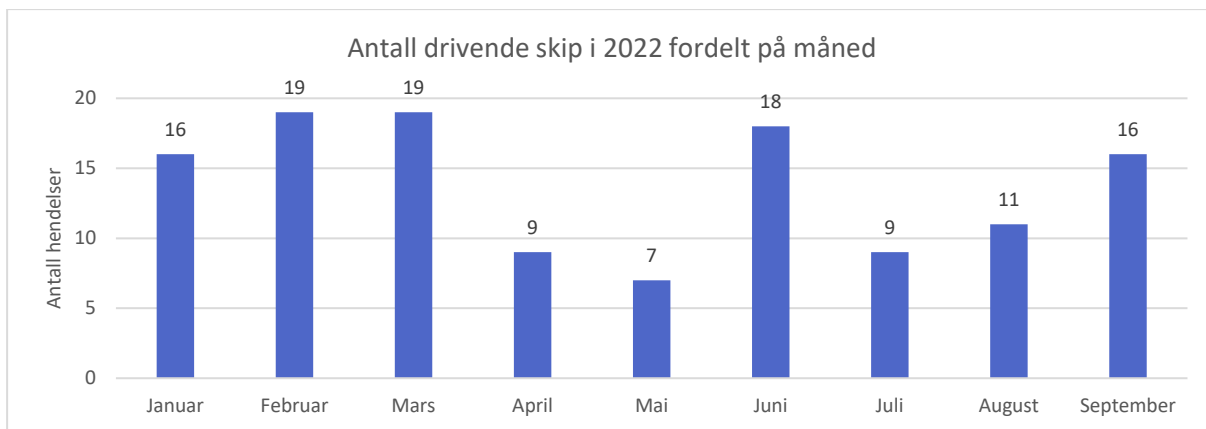
2.4 Drivende skip

Totalt 124 hendelser med drivende fartøy ble registrert av Vardø VTS i perioden 1. januar til 1. oktober 2022. Kategorien «Stykkgodsskip» peker seg ut som den skipstypen som har høyeste antall hendelser (72 hendelser, som utgjør 58 % av totalt antall hendelser). Det må

imidlertid bemerkes at denne kategorien også inkludere container- og bulkskip i oversikten som er lagt til grunn for analysen.



Figur 9 Lokasjon på registrerte drivende skip i perioden 1. januar til 1. oktober 2022, kategorisert på skipstype. Merk her at container og bulk ofte er registrert som stykkgod i datagrunnlaget. Derfor finnes ikke egne kategorier for disse.

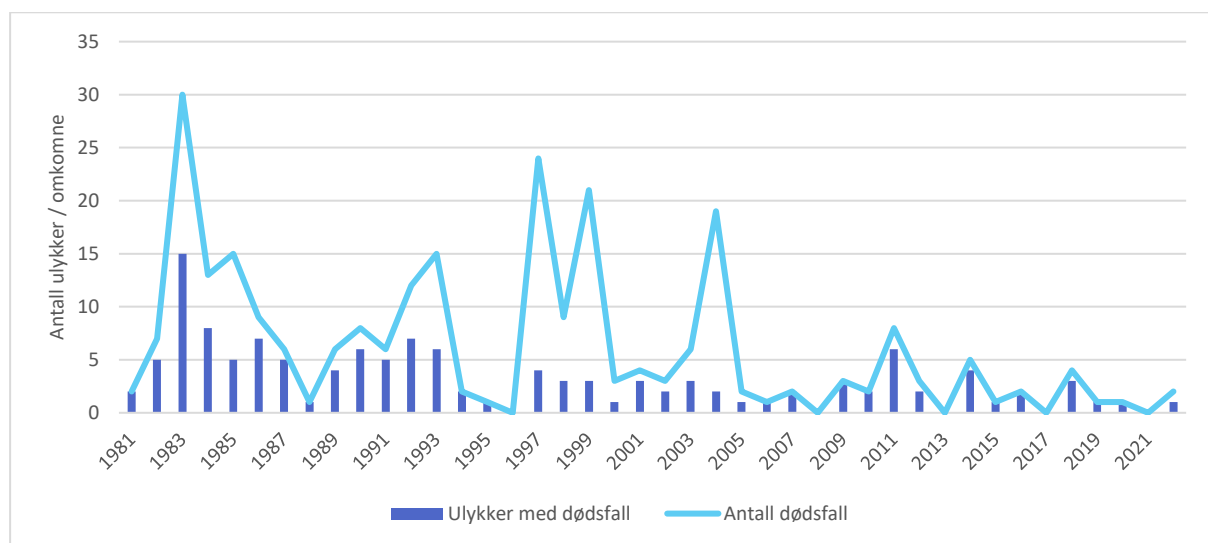


Figur 10 Antall hendelser registrert med drivende skip i perioden 1. januar til 1. oktober 2022 fordelt på måneder

2.5 Ulykker med tap av menneskeliv

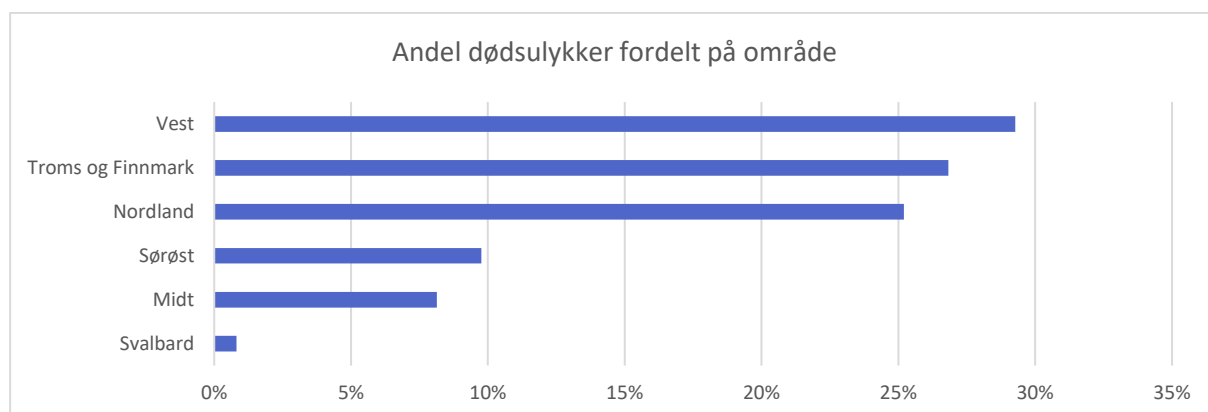
Ulykker med tap av liv inkluderer alle skipsulykker, og ikke utelukkende navigasjonsulykker. Arbeidsulykker er derimot ikke inkludert. Statistikken er preget av store, årlige variasjoner. Den hyppigste ulykkestypen blant dødsulykker er kantringer. Ulykker med færre enn fem omkomne forekommer betraktelig oftere enn ulykker med flere omkomne. Fordelingen mellom dødsulykker som følge av savnede fartøy (forlis) og grunnstøtinger er noenlunde lik, mens hyppigheten er noe lavere for kollisjoner. Det er ingen registrerte skip som har vært involvert i kollisjoner der fem eller flere har omkommet, mens dette er tilfellet for grunnstøtinger, kantringer og brann- og eksplosjonsulykker.

Siden 1982 har det vært få navigasjonsulykker i norske farvann med mange omkomne. En slik ulykke har ikke hendt i norske farvann siden grunnstøtingsulykken med Rocknes i 2004.



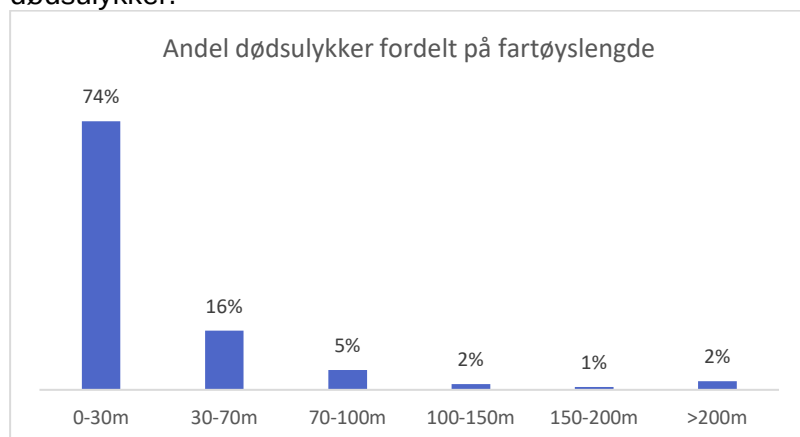
Figur 11 Årlig antall dødsulykker og årlig antall omkomne i perioden. Merk at ulykkene i figuren kun går frem til den 1. juli 2022

Dødsulykker forekommer i alle regioner. Antallet dødsulykker er imidlertid for lavt til at det forekommer ulykker i alle regioner hvert år. Dette gjør det vanskelig angi i hvilken grad denne geografiske faktoren driver dødsulykker. Det er områdene Vest (30 % andel), Troms og Finnmark (26 % andel) og Nordland (26 % andel) som har hyppigst forekomst av dødsulykker.



Figur 12 Andel dødsulykker fordelt på områder

En kan i relasjonen mellom antall dødsulykker og fartøyets lengde (Figur 13) se at fartøy over 70 meter svært sjeldent er involvert i dødsulykker. Fartøy med relativt lav bruttotonnasje er altså overrepresentert i statistikken over antall dødsulykker. Det er en overvekt av fiskefartøy som dominerer ulykkesstatistikken for dødsulykker, og siden 2012 har det kun vært fiskefartøy og fartøy i kategorien «andre aktiviteter» som har vært utsatt for dødsulykker.



Figur 13 Andel dødsulykker fordelt på fartøyslengde

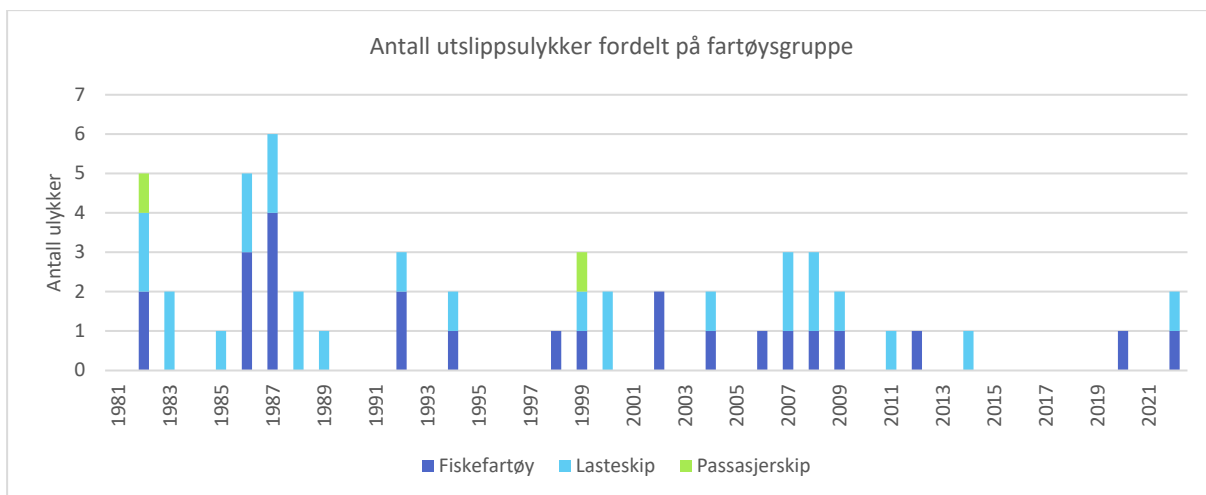
2.6 Utslipp av bunkers og oljelast

Siden 90-tallet har det vært relativt få ulykker i norske farvann som medfører utslipp. På samme måte som forholdet mellom antall dødsulykker og antall omkomne er det tydelig at utslippsmengden drives i hovedsak av større enkeltulykker.

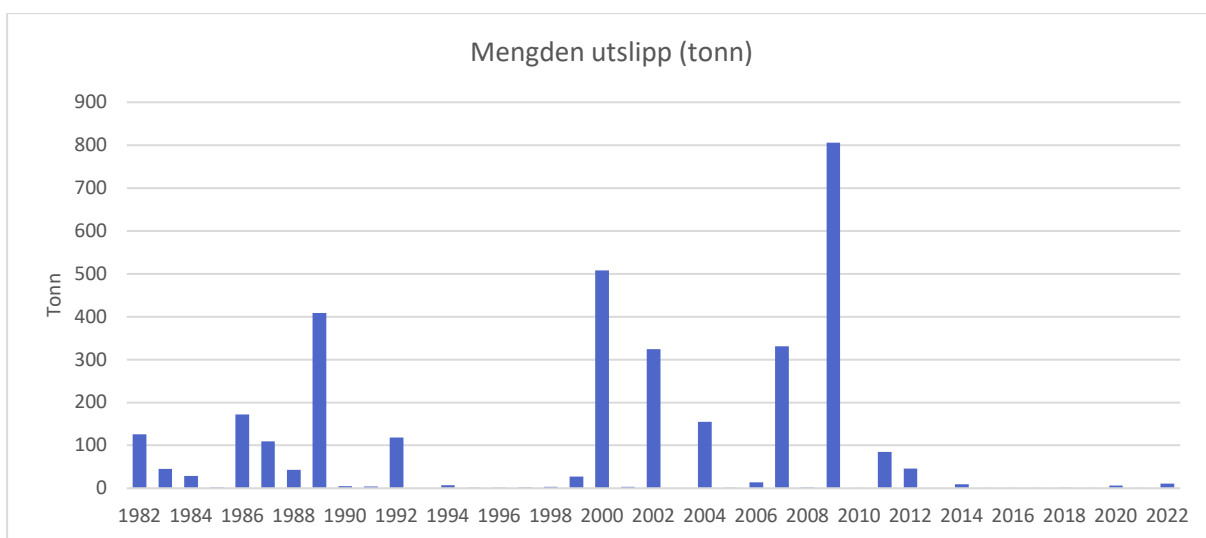
Grunnstøting er den klart hyppigst forekommende ulykkestypen blant utslippsulykkene både for små og større utslipp. Det har imidlertid ikke vært en navigasjonsulykke med næringsfartøy i norsk farvann med utslipp på mer enn 50 tonn siden lasteskipene Full City¹ og Godafoss grunnstøtte i henholdsvis 2009 og 2011. Kystverket vil likevel påpeke at ulykken med KNM Helge Ingstad i 2018, medførte et utslipp på anslagsvis 440 tonn. Grunnen til at dette utslippet ikke inngår i tallgrunnlaget, er at Sjøsikkerhetsanalysen primært har hatt fokus på næringsfartøy, og at mangelen av dette utslippet ble oppdaget etter at rapporten fra DNV var ferdig og levert.

Oppsummert ser det ut til at store, årlige utslippsmengder forekommer ved store enkeltulykker. Det er mindre utslippsulykker på under ett tonn som forekommer hyppigst, og utslipp av bunkersolje står for flesteparten av utslippene. De fleste utslippsulykker er grunnstøtinger, både for utslipp på ett tonn eller mindre og større utslipp, og fiskefartøy og lasteskip er registrert med omtrent like mange utslipp på mer enn ett tonn.

¹ Full City ulykken er registrert som grunnstøting i datasettet og omfavnes derfor av navigasjonsulykker. Dette er fordi det ikke finnes en egen kategori i SDU for drivende grunnstøting. Det er svært få drivende grunnstøtinger, så derfor blir denne tilnærmingen/forenklingen praktisert. Årsaken til Full City ulykken var dregging.



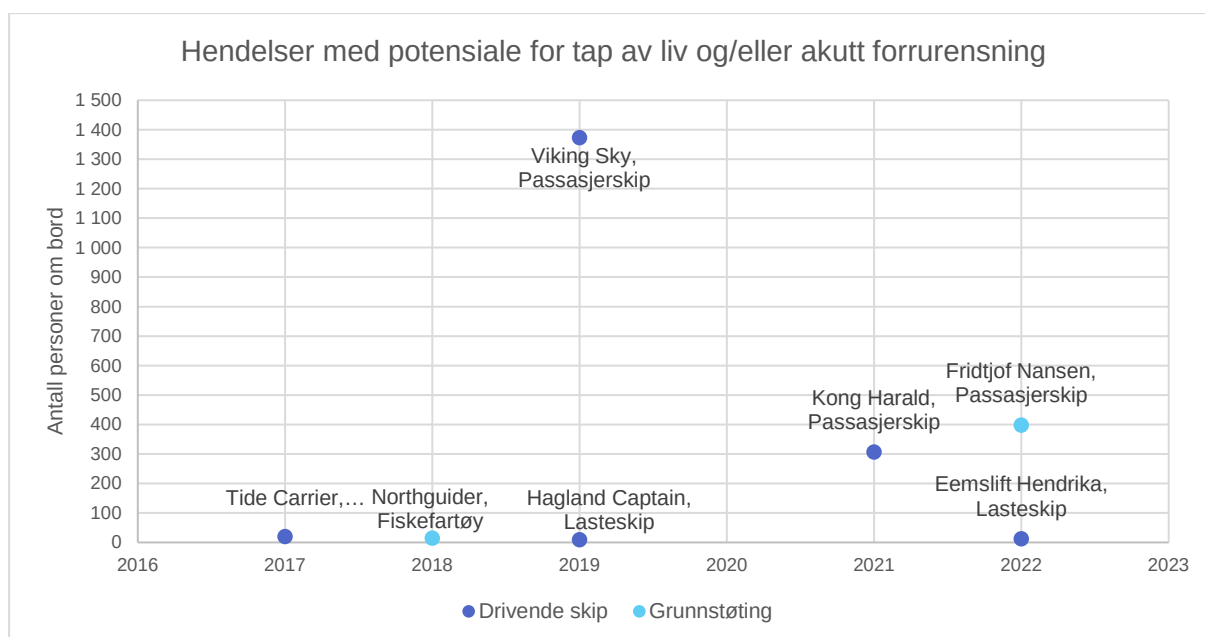
Figur 14 Årlig antall utslippsulykker fordelt på fartøygruppe for ulykker med utslipp på over ett tonn



Figur 15 Årlig mengde utslipp i forbindelse med skipsulykkene. Her medregnes alle typer utslipp (bunkers, last og smøreolje)

2.7 Hendelser med potensiale til å utgjøre fare for liv og miljø

I siste 10-årsperiode har det vært flere hendelser/nestenulykker der tilfeldigheter og redningsinnsatsen har gjort at man har unngått tap av liv og/eller akutt forurensning. De fleste av disse hendelsene er relatert til drivende fartøy i dårlig vær, der det i enkelte hendelser kun har vært 500m fra at fartøyet har drevet inn i skjær eller på land. Dersom fartøy får vanninntrenging fordi skroget blir skadet, og dertil krenkning, så medfører dette en betydelig utfordring med evakuering av passasjerer og mannskap, ofte i disse hendelsene kombinert med sterk vind og høye bølger.



Figur 16 Skipshendelser i nyere tid med potensiale for tap av liv og/eller akutt oljeutslipp

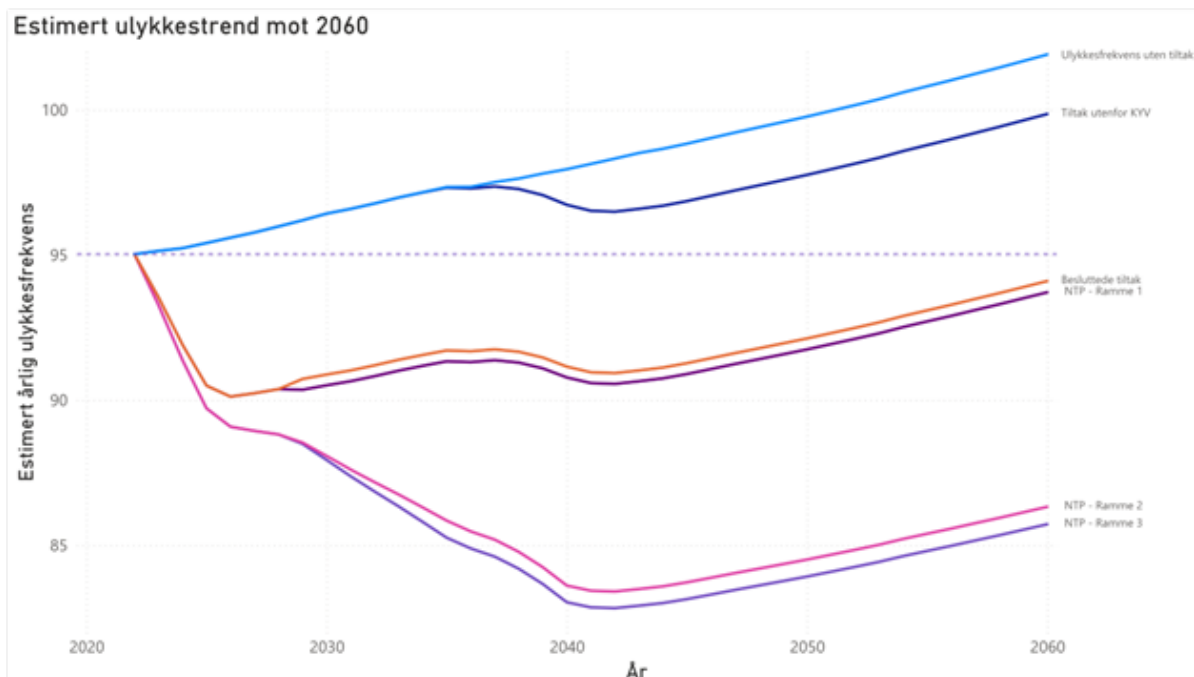
2.8 Risiko mot 2060

I analysen «Risiko 2060» har Kystverket belyst den forventede utviklingen i sjøsikkerhet i norske havområder frem mot 2060. De sentrale datakildene som er benyttet i arbeidet, er Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU), utseilt distanse for fartøy fra AISyRisk, virkningsestimer for sjøsikkerhetstiltak og fremtidsprognoser fra arbeidet med Nasjonal transportplan 2025-2036. Gjennom analysearbeidet, har det også blitt utviklet en modell som gir mulighet til å visualisere ulike fremtidsscenario.

Analysen ble utarbeidet for flere ulike tiltaksbaner, og viser at det forventes at antallet årlige navigasjonsulykker i fremtiden vil være redusert fra dagens nivå så lenge man ikke velger å kansellere gjennomføringen av besluttede sjøsikkerhetstiltak som ennå ikke er implementert. En annen forutsetning er at dagens sjøsikkerhetstiltak opprettholdes gjennom nødvendig vedlikehold, oppgradering og fornyelse.

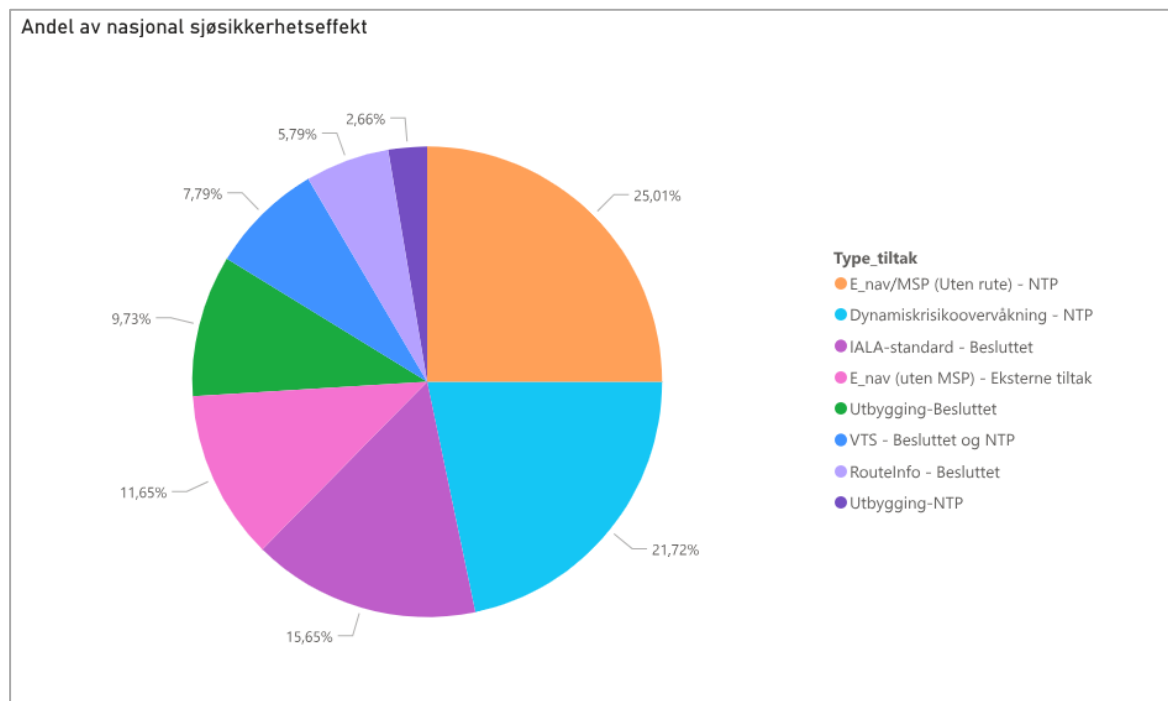
I figur 17 under, viser den lyseblå linjen at det må forventes at sjøsikkerhetsnivået vil forringes i norske farvann om man velger kun å basere seg videre på de sjøsikkerhetstiltakene som allerede er implementert i dag. Det samme gjelder om man skulle velge kun å komme med nye sjøsikkerhetstiltak utenfor Kystverkets ansvarsområde (f.eks, isolert til sjøsikkerhetstiltak om bord på skip alene).

Den oransje linjen viser at det kan forventes et bedre sjøsikkerhetsnivå enn i dag om man går videre med de sjøsikkerhetstiltakene i Kystverkets portefølje som allerede er besluttet gjennomført. De øvrige linjene viser den forventede ulykkesutviklingen basert på Kystverkets innspill til sjøsikkerhetstiltak innenfor tre ulike rammer i NTP. En eventuell beslutning om å gå videre med tiltak innenfor NTP-Ramme 1, gir en relativ liten forbedring av sjøsikkerhetsnivået sammenlignet med de øvrige rammene. Men det betyr ikke annet enn at tiltakene som inngår denne rammen, har liten påvirkning på det nasjonale ulykkesnivået. De kan likevel ha god effekt i de lokale områdene som de er planlagt gjennomført.



Figur 17 Estimerte ulykkestrender mot 2060. Merk at den tydelige og store reduksjonen i ulykker ved startåret for alle NTP-rammene er et resultat av allerede besluttede tiltak som skal gjennomføres

Analysen viser også at det i hovedsak er tiltakene med nasjonal effekt som er estimert å gi den største sjøsikkerhetseffekten. Dette virker rimelig da dette er tiltak som påvirker mange forskjellige skip og dermed også påvirker flest ulykkeskandidater. De fire mest effektfulle tiltakene, fremstilt i figur 18, er alle tiltak som er estimert å ha en bred nasjonal virkning.



Figur 18 Andel av total sjøsikkerhetseffekt per virkemiddel (tiltak). Tiltak merket med asterisk (*) er tiltak som er foreslått til kommende NTP 2025-2036

Av figur 18 fremgår det også at besluttede utbyggingsprosjekt er estimert å ha betydelig større sjøsikkerhetseffekt enn de som er planlagt i kommende NTP. Det må her påpekes at

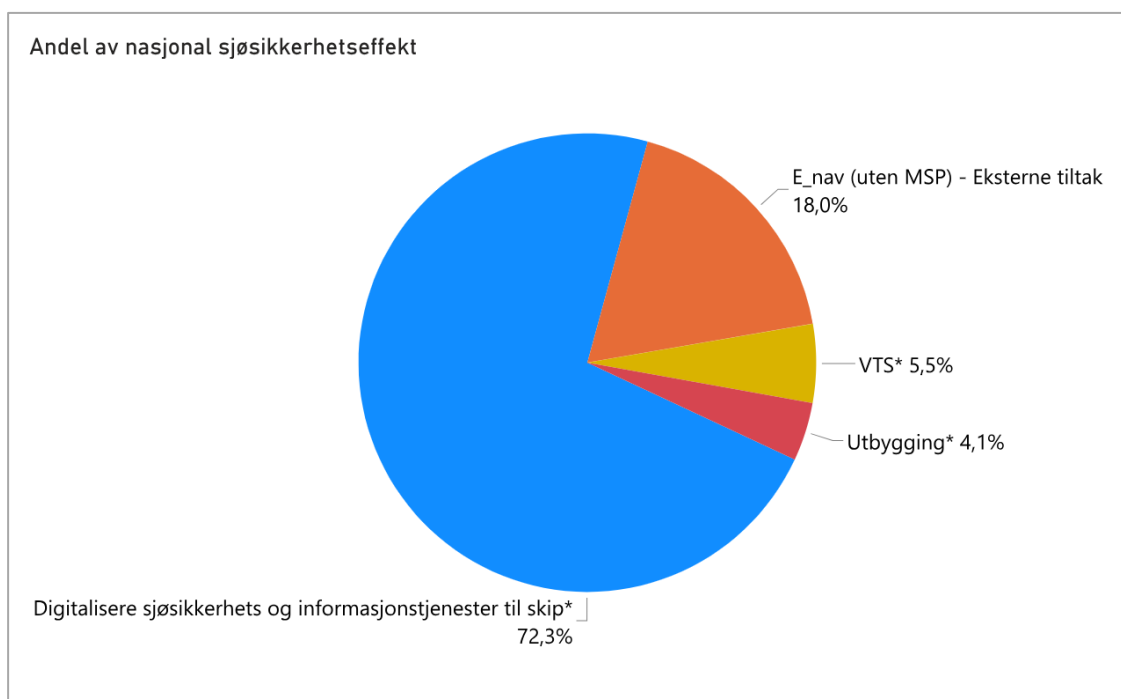
dette ikke nødvendigvis betyr at effekten av disse tiltakene er mye bedre enn de som er planlagt, siden det er forskjellig metodikk som ligger til grunn for effektestimaterne fra tidligere analyser enn det som er brukt inn mot kommende NTP.

2.9 Vurderinger og anbefalinger

Generelt viser ulykkesanalysen at sjøsikkerhetsnivået er høyt. Delanalysen «Risiko 2060» viser i tillegg at det forventes en ytterligere nedgang i antall navigasjonsulykker i norske sjøområder med de allerede vedtatte tiltak.

Ulykkesanalysen viser at flest navigasjonsulykker skjer på Møre- og Trøndelagskysten, tett etterfulgt av Vestlandet og Nordland. Men om man relaterer antall ulykker til mengden sjøtrafikk (utseilt distanse), kan det indikere at det kan være på Nordlandskysten at navigasjonsrisikoen er størst etterfulgt av Møre- og Trøndelagskysten. Det kan derfor være i disse geografiske områdene at mulighetene er størst for å oppnå ytterligere sjøsikkerhetsgevinster gjennom nye tiltak fra den eksisterende tiltaksporteføljen, og som samtidig kan forsvares som samfunnsøkonomisk lønnsomt. Endringer i trafikkbildet og trafikk sammensetningen, for eksempel gjennom økt cruisetrafikk, kan styrke denne effekten.

I Kystverkets innspill til kommende NTP, er de nye og ikke-besluttede tiltakene om dynamisk risikoovervåkning og E-navigasjon (MSP-Maritime Service Portfolio) slått sammen til en enkelt satsning betegnet som «Digitaliserte sjøsikkerhets- og informasjonstjenester til skip». Figur 19 under viser tydelig hvor stor andel av mulig fremtidig sjøsikkerhetseffekt som denne satsningen vil kunne ha om den blir besluttet. Det viser også nødvendigheten av å ha et økt fokus på nye sjøsikkerhetstjenester i arbeidet med å opprettholde eller forbedre det gode sjøsikkerhetsnivået vi har i norske farvann.



Figur 19 Prosentvis andel av den totale reduksjonen i antall navigasjonsulykker for ikke-besluttede sjøsikkerhetstiltak

Gitt det gode sjøsikkerhetsnivået i dag, og som er forventet å bli enda bedre med allerede besluttede tiltak, kan det fort bli fristende å slå seg til ro med det vi allerede har og det som kommer. Kystverket anbefaler imidlertid ikke en slik strategi. Vi må sørge for at tjenestenivået opprettholdes for eksisterende tiltak gjennom nødvendig vedlikehold, oppgradering og fornyelse. I tillegg vil det være viktig å delta aktivt i utformingen av nye tiltak, både for å sikre nødvendig sjøsikkerhetseffekt for norske sjøområder og sikre at tiltakene er kostnadseffektive. Sistnevnte er også knyttet til muligheten for at de nye tiltakene kan erstatte noen av tiltakene som er på plass i dag, uten at sjøsikkerhetsnivået forringes.

En større del av de digitaliserte sjøsikkerhets- og informasjonstjenester til skip som foreslås i NTP, er nye sjøsikkerhetstiltak som ennå ikke er ferdig utviklet eller godkjent internasjonalt. E-navigasjon tjenester er et eksempel på dette. I og med at ingen av disse tjenestene er utviklet og internasjonal godkjent ennå, så vil satsingen være knyttet til piloting og internasjonalt samarbeid.

Kystverket anbefaler derfor at man benytter mulighetsrommet med det gode sjøsikkerhetsnivået til å dreie mer av aktiviteten inn mot å se på nye fremtidige tjenester. Nyttvirkninger som utvikling av E-navigasjon tjenester kan ha for norsk industri, akademia/forskning, og norske maritime interesser på lengre sikt antas å være gode. I tillegg bør det tas med i totalvurderingen at innføring av moderne digitale kommunikasjonssystemer gjennom E-navigasjon vil bidra til å styrke den digitale sikkerheten på skipene.

Utvikling av forbedrede algoritmer til bruk i overvåkningen av kysten, og muligheten for en bedre kyst- og havovervåkning gjennom nye og flere sensorer, er også noe som det anbefales å ha et økt fokus på.

Avslutningsvis, vil Kystverket også nevne at vi i Sjøsikkerhetsanalysen 2014 påpekte at vi la til grunn ulike stortingsmeldinger og -proposisjoner som omtalte en nullvisjon når det gjelder tap av menneskeliv, og i tillegg konkrete mål om at sjøsikkerhetsnivået skal opprettholdes eller forbedres. I tillegg sa vi at selv om dette i utgangspunktet gjaldt for transportsektoren, så synes det i utgangspunktet ikke riktig å akseptere et høyere risikonivå for fiskefartøy og fritidsfartøy. På bakgrunn av dette mente Kystverket at nullvisjonen, og prinsippet om opprettholdelse eller forbedring av sjøsikkerhetsnivået, må gjelde generelt for alle typer fartøy. Denne meningen står Kystverket inne for fremdeles.

På bakgrunn av sistnevnte, vurderer Kystverket det som svært positivt at regjeringen har etablert en nullvisjon for omkomne og hardt skadde på sjøen. Likeledes at Sjøfartsdirektoratet har fått i oppdrag å jobbe videre med tiltak som skal resultere i en konkret handlingsplan, og at denne skal gjelde for alle fartøy under direktoratets forvaltnings- og tilsynsansvar. Vi er også tilfreds med at det er uttalt at det også vil være naturlig å se dette i sammenheng med Sjøfartsdirektoratets øvrige nullvisjonsarbeid, som blant annet inkluderer fritidsbåter. Kystverket vil delta i ovennevnte arbeid, og blant annet bidra med kunnskapen som har kommet frem gjennom arbeidet med Sjøsikkerhetsanalysen 2022.

Sjøsikkerhetsanalysen viser, blant annet, at det er kategorien av mindre fartøy mellom 0-30 meter som står for de fleste årlige grunnstøtings- og kollisjonsulykker i norske farvann. I arbeidet med handlingsplanen for nullvisjonen, bør det derfor vurderes om tiltak innenfor Kystverkets sektoransvar kan være aktuelt å inkludere også for denne fartøygruppen.

3 Årsaker til ulykker

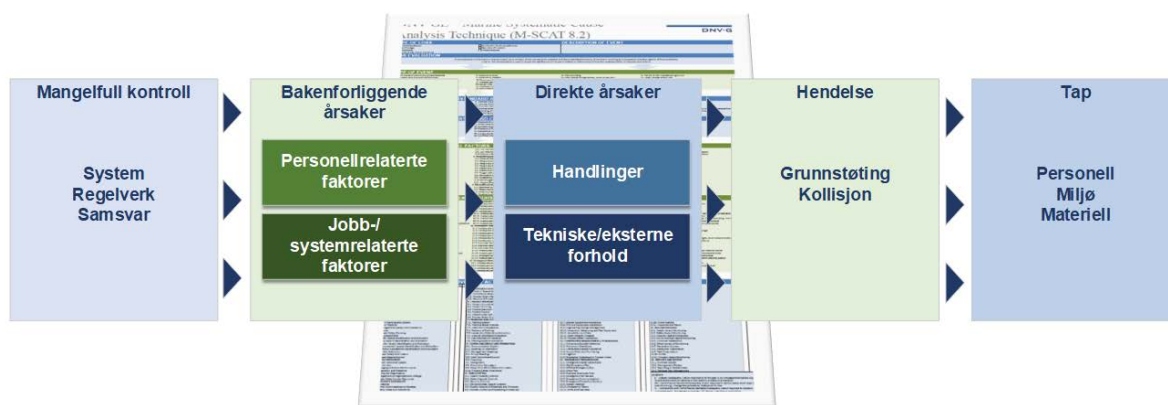
En god forståelse av årsakene til ulykker er viktig for å sikre at de maritime myndighetene tar i bruk de virkemidler/tiltak som direkte bidrar som en barriere på de dominerende årsakene som kommer frem i hendelsesforløpet til ulykker. Det er også sentralt i arbeidet med å beregne virkningen av de ulike sjøsikkerhetstiltakene. Følgelig, får det også betydning for beregningen av den samfunnsøkonomiske nytteverdien av sjøsikkerhetstiltak.

I arbeidet med Sjøsikkerhetsanalysen 2022, har DNV gjennomført en årsaksanalyse av grunnstøtinger og kollisjoner i norske farvann. Analysen skal gi en forståelse av hvilke årsaker, i et samspill mellom menneskelige, tekniske og organisatoriske forhold, som fører til ulykker i norske farvann.

Analysen består av en kvalitativ del som baserer seg på en grundig videre analyse av 57 hendelsesrapporter fra Statens Havarikommisjon (SHK) og Kystverket. Den består også av en kvantitativ del der 680 hendelser i Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU) er analysert.

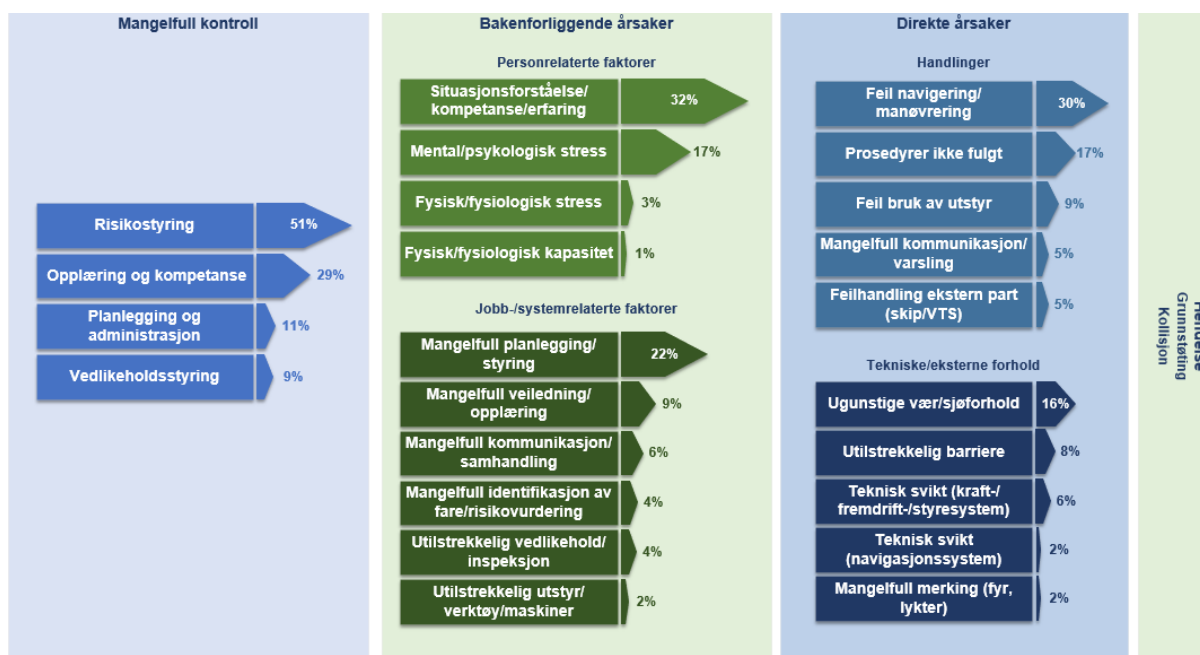
Hendelsene er analysert ved å benytte granskningsmetodikken M-SCAT. Dette er en metode som baseres på en forståelse av ulykker som et resultat av manglende kontroll ved virksomhetens styring og ledelse. Metoden fokuserer derfor på virksomhetens evne til å tilrettelegge for sikker drift, i motsetning til å fokusere på menneskelig handling som primærårsak til ulykker.

M-SCAT legger til grunn at ulykker/hendelser som regel er et resultat av sammensatte årsaker. Den direkte årsaken til hendelsen kan sees på som den utløsende årsaken til at hendelsen inntreffer. Bakenforliggende årsaker er grunnleggende forhold og omstendigheter som har bidratt til hendelsen. Disse årsakene er igjen et resultat av mangelfull kontroll ved virksomhetens styringssystem og lederskap. Under direkte årsaker skilles det mellom handlinger og tekniske/eksterne forhold. De bakenforliggende årsakene inkluderer både personrelatert og jobb/systemrelatert faktorer som i kombinasjon eller isolert har en påvirkning på tekniske forhold og menneskers handlinger. Det primære formålet med metoden er å kartlegge årsaksforhold for derigjennom identifisere tiltak for å forbedre virksomhetens evne til å tilrettelegge for sikker drift.



Figur 20 M-SCAT metodikken satt i kontekst med navigasjonsulykker

Figur 21 viser hvordan årsaker er fordelt innen underkategorier under *direkte årsaker*, *bakenforliggende årsaker*, og *mangelfull kontroll*. Innenfor summen av *handling* som er identifisert som direkte årsak, er disse igjen fordelt på fem kategorier. Analysen viser bl.a. at *feil navigering/manøvrering* utgjør 30 % av alle identifiserte direkte årsaker. De *tekniske/eksterne forholdene* er på tilsvarende måte også fordelt på fem kategorier. Her fremkommer det at *vær-/sjøforhold* er den mest dominerende faktoren og utgjør 16 % av alle identifiserte direkte årsaker.



Figur 21 Årsaker fordelt på underkategorier

3.1 Direkte årsaker til navigasjonsulykker

Kombinasjonen av den statistiske analysen og den kvalitative analysen, viser at det er «*handlinger*» og de menneskelige faktorene bak, som spiller størst rolle i å forklare årsaksforholdene bak grunnstøtinger og kollisjoner. Resultatene fra den kvalitative og kvantitative analysen er sammenfallende og helt entydige, og samsvarer også godt med resultatene i årsaksanalysen fra 2014. «*Mangelfull eller manglende ruteplanlegging*» bidrar vesentlig, ofte i kombinasjon med at «*prosedyrer/krav*» ikke er fulgt, og at «*vær/sjøforhold*» ikke er tilstrekkelig tatt høyde for. Tekniske/eksterne forhold (utover vær-/sjøforhold) utgjør en mindre del av årsaksbildet under *direkte årsaker*.

Handlingen «*feilnavigering*» er den dominerende årsakskategorien både i resultatene fra den kvalitative så vel som den kvantitative analysen. Totalt er «*person*» registrert som direkte årsak i 434 hendelser av de 680 hendelsene som utgjør utvalget i den kvantitative analysen. Feilnavigering er registrert som underkategori i mer enn halvparten av hendelsene. I årsaksanalysen 2014 var «*sovnet på vakt*» den dominerende underkategorien med 37 %, men tallene viser en positiv trend med nedgang til 13 % i denne kategorien. Det er sannsynlig at denne nedgangen har sammenheng med at dette har vært et fokusområde, og brovaktalarm er eksempel på tiltak som er innført. Dette er en endring fra funn man så i årsaksanalysen 2014 da *sovnet på vakt* var den hyppigste årsaken.



Figur 22 Direkte årsaker - handlinger

3.2 Bakenforliggende årsaker

Årsakene til at det blir utført handlinger som får et uønsket utfall, kan i hovedsak forklares med at navigatør/broteam ikke har tilstrekkelig *situasjons-/risikoforståelse*, kombinert med at det er andre oppgaver/forhold som opptar *mental kapasitet*, og at prosedyreverk enten er utilstrekkelig eller mangelfullt iverksatt. Andre forklaringer finner man i mangler knyttet til opplæring og samhandling, og som påvirker evnen til å etablere tilstrekkelig situasjons-/risikoforståelse. I den kvantitative analysen ser man også at den dominerende kategorien av indirekte eller bakenforliggende årsaker er *uoppmerksomhet*.



Figur 23 Underkategorier personrelaterte faktorer – «Situasjonsforståelse, kompetanse og erfaring»



Figur 24 Underkategorier personrelaterte faktorer - mental/psykologisk stress

3.3 Mangelfull kontroll

Mangelfull kontroll adresserer organisasjonens evne til å legge til rette for sikker drift, og å unngå uønskede hendelser, gjennom en systematisk og risikobasert tilnærming. Hendelsesrapportene som analysen er basert på, viste seg å være varierende med hensyn på å adressere systemiske aspekter knyttet til rederienes arbeid for å tilrettelegge for sikker drift. I de tilfellene der det ble funnet grunnlag for å peke på mangler knyttet til organisatorisk kontroll, ble informasjon knyttet til de bakenforliggende årsakene vurdert som tilstrekkelig for å peke på aktuelle områder. Det er likevel en viss usikkerhet forbundet med dette, og i tillegg er områdene bare omtalt på et generelt nivå. Her er det også viktig å påpeke at bildet rundt organisatorisk kontroll ville vært mer nyansert dersom rapportene som analysen bygger på, i større grad hadde adressert slike forhold. Resultatet fra analysen anses likevel som et verdifullt bidrag til økt forståelse av hvilke områder som er viktig å sette søkelys på i arbeid med å forbedre sikkerhet til sjøs, og redusere uønskede hendelser.

Gjennom analysen, som totalt sett identifiserer fire hovedområder for forbedring, kommer det frem at risikostyring er det området under mangelfull kontroll som er forbundet med størst forbedringspotensial. Risikostyring favner i årsaksanalysen 2022, system/metodikk for identifisering og vurdering av risiko, samt etablering av risikoreduserende tiltak (barrierer). Dette forbedringsområdet baseres på de bakenforliggende årsakene som indikerer at det ikke er etablerte tilstrekkelige barrierer knyttet til navigasjonsprosessene. De gjeldene barrierene omhandler primært kompetanse og prosedyreverk.

Et annet fremtredende forbedringsområde er innenfor opplæring og kompetanse. Her indikerer datamaterialet at det ikke er etablert et godt nok kompetansestyringssystem for å sikre at personell er tilstrekkelig familiær med spesifikke forhold relatert til rolle, fartøy og operasjoner.

Planlegging og administrasjon er et forbedringsområde som har nær relasjon til den personrelaterte faktoren mental/psykologisk stress. Planlegging og administrasjon omhandler i årsaksanalysen virksomhetens evne til å avpasse oppgaver/aktiviteter i forhold til ressursbeholdning, samt å legge til rette for at målkonflikter håndteres på en god måte. Analysen viser at det er flere tilfeller hvor administrative oppgaver har tatt oppmerksomhet fra brovaktfunksjoner.

Organisasjonens evne til å legge til rette for sikker drift og unngå uønskede hendelser er også tett forbundet med organisasjonens sikkerhetskultur, men hendelsesrapportene som årsaksanalysen 2022 er basert på, gir ikke tilstrekkelig grunnlag for å belyse denne betydningen. Det henvises i den sammenheng i stedet til rapporten «Maritime safety trends 2012-2022». Rapporten, som ble publisert våren 2023, av Lloyd's List Intelligence i nært

samarbeid med DNV, avslører at den positive sikkerhetstrenden som ble observert i tiåret før august 2021, nå er negativt påvirket av gjenåpningen etter pandemien og Ukraina-konflikten. Den dekker også den siste utviklingen innen regelverk ved IMO, og gir en veiledning til hvordan etablere en god sikkerhetskultur i organisasjoner.

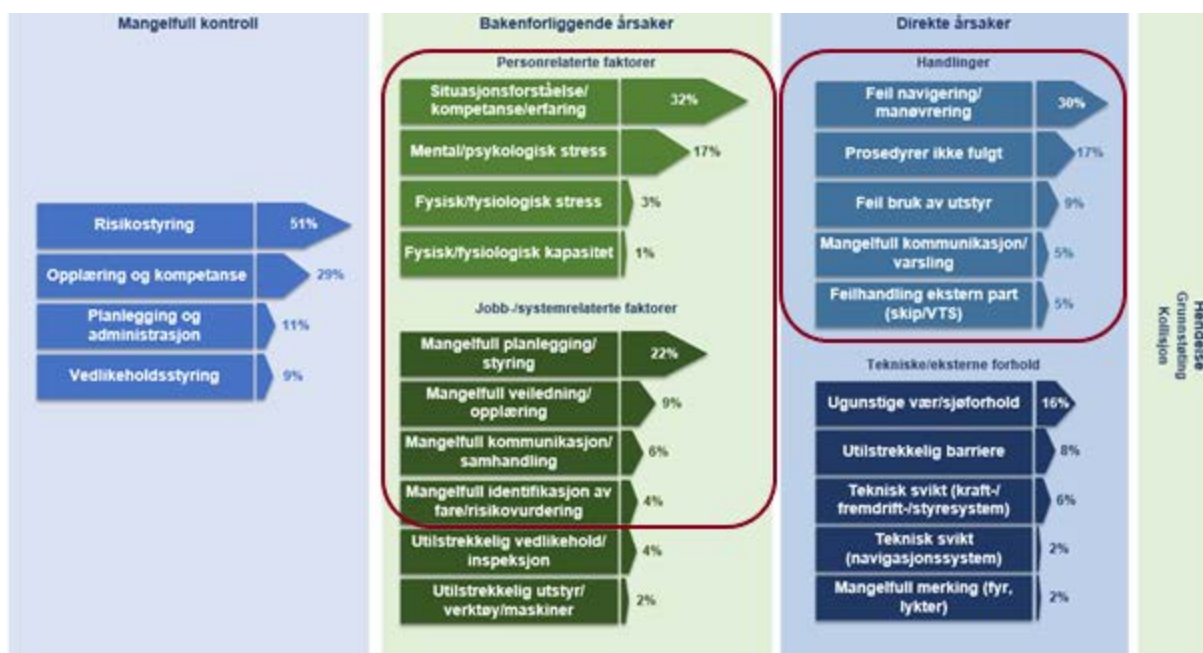


Figur 25 Mangelfull kontroll - risikostyring

3.4 Årsakssammenhenger

Analysen viser at menneskelige handlinger er en dominerende direkte årsak til ulykker. Dette samsvarer med det som lenge har vært en anerkjennelse innen forskning og ulykkesgranskning. Dette handler imidlertid ikke om en forståelse av menneskelig handling som den «eneste» årsaken, men som en naturlig del av alle hendelser hvor mennesker er involvert. «Sovnet på vakt» har f.eks. ofte blitt rapportert som årsak til ulykker, men er sjelden en årsak alene.

I et Safety II perspektiv betraktes menneskelig handlinger først og fremst som en årsak til at man *ikke* opplever ulykker, i kraft av kapasitet til å utøve fleksibilitet og evne til å gjøre tilpasninger i takt med endringer. Dette er et viktig perspektiv som også bør legges til grunn i betraktning av hendelsene som årsaksanalysen er basert på; dvs. at hendelsene kun representerer en liten andel av det totale erfaringsvolumet som i hovedsak *ikke* involverer ulykker, og som i stor grad kan tilskrives besetningens evne til å håndtere variable situasjoner. Poenget her er at menneskelig handling og tilpasning er en naturlig og del av årsaksbildet, både når ting går bra og når ting går galt.



Figur 26 Årsaksbildet med menneskelige handlinger markert

3.5 Sammenligning med årsaksanalysen fra 2014

Resultatene fra årsaksanalysen 2022 er langt på vei sammenfallende med årsaksanalysen fra 2014. Menneskelig handling, herunder feil navigering, brudd på prosedyrer, tilfeller der navigatør sovner på vakt, samt at vær-/sjøforhold ikke er tilstrekkelig tatt høyde for, utgjør fremdeles de dominerende direkte årsakene bak grunnstøtinger og kollisjoner.

Tilsvarende er de dominerende bakenforliggende årsakene nå også funnet å være knyttet til situasjons-/risikoforståelse og samhandling (omtalt under BRM i analysen fra 2014), samt mangelfulle prosedyrer/mangelfull implementering og mangelfull balanse mellom oppgaver og ressurser (omtalt som lite bruk av tilgjengelig personell i analysen fra 2014).

Årsaksanalysen 2022 peker i tillegg på forbedringsområder med hensyn på hvordan rederiene legger til rette for sikker drift og unngå uønskede hendelser, gjennom en systematisk og risikobasert tilnærming.

I den kvantitative analysen erfares, det som i 2014, at årsaksforhold ikke er rapportert eller registrert for flere av hendelsene - spesielt for bakenforliggende og indirekte årsaker. Imidlertid har det vært en betydelig forbedring siden årsaksanalysen i 2014. Informasjonsgrunnlag og kategorisering i SDU er igjen formet av hva som rapporteres inn og hvordan.

Fordelingen mellom ytre, teknisk og person som direkte årsaker ser ut til å være stabilisert sammenlignet med 2014. Resultatene fra de kvalitative og kvantitative analysene samsvarer godt. «Feilnavigering» er hyppigst registrert som personrelatert årsak, mens sovnet på vakt, som hadde størst andel på 37 % i perioden 1984-2013, nå er redusert til 13 %.

«Uoppmerksomhet» er i den siste analysen registrert med størst andel, 40 % av indirekte personrelaterte årsaker, ofte i sammenheng med «feilnavigering» som direkte årsak. Andelen viser en påfallende stor økning sammenlignet med hele perioden som var dekket av 2014-analysen sett under ett, da «uoppmerksomhet» der bare utgjorde 4.2 %. Det ble observert en trend i 2014, som har fortsatt. Samtidig har det vært en tilsvarende reduksjon for «mangelfull observasjon» som en indirekte årsak fra 26 % i perioden 1984-2013 til ca. 6 % i perioden 2014-2022. Forståelsen av hva som ligger i disse kategoriene avhenger litt av konteksten, men i mange tilfeller kan de oppfattes som omtrent det samme og brukes om hverandre. I så fall kan det være at det ikke er snakk om en faktisk endring i årsaksbildet,

men like gjerne en endring i hvordan det rapporteres eller registreres i databasen. I 2014 ble det pekt på at der ulykker tidligere ofte skyldes manglende observasjon ut av styrehuset, kan det nå tenkes at en for stor tiltro til tekniske systemer pasifiserer navigatøren som blir uoppmerksom. I så fall kan det antas denne effekten også er resultat av at en større andel av skipene har fått en mer moderne broløsning, og/eller at omfanget av tekniske hjelpemidler og systemer har økt ytterligere.

Andelen rapportering av «utstyr» som en direkte årsak til ulykker er stabilt sammenlignet med Årsaksanalysen 2014. «Teknisk feil» er fortsatt oftest registrert, men andelen registreringer av «totalt maskinhavari eller blackout» har økt. Det er ikke funnet grunnlag for å si om dette skyldes faktiske endringer av type hendelser eller om dette kan knyttes til usikkerhet i rapporteringskvaliteten for hele perioden

Lav rapporteringsgrad for indirekte årsaker tilknyttet utstyr gir et tynt grunnlag for å vurdere utviklingen når Årsaksanalysen 2014 sammenlignes med denne analysen. Underkategoriene som er høyest representert, som «defekt utstyr», «feil bruk av utstyr» og «andre forhold» er imidlertid de samme.

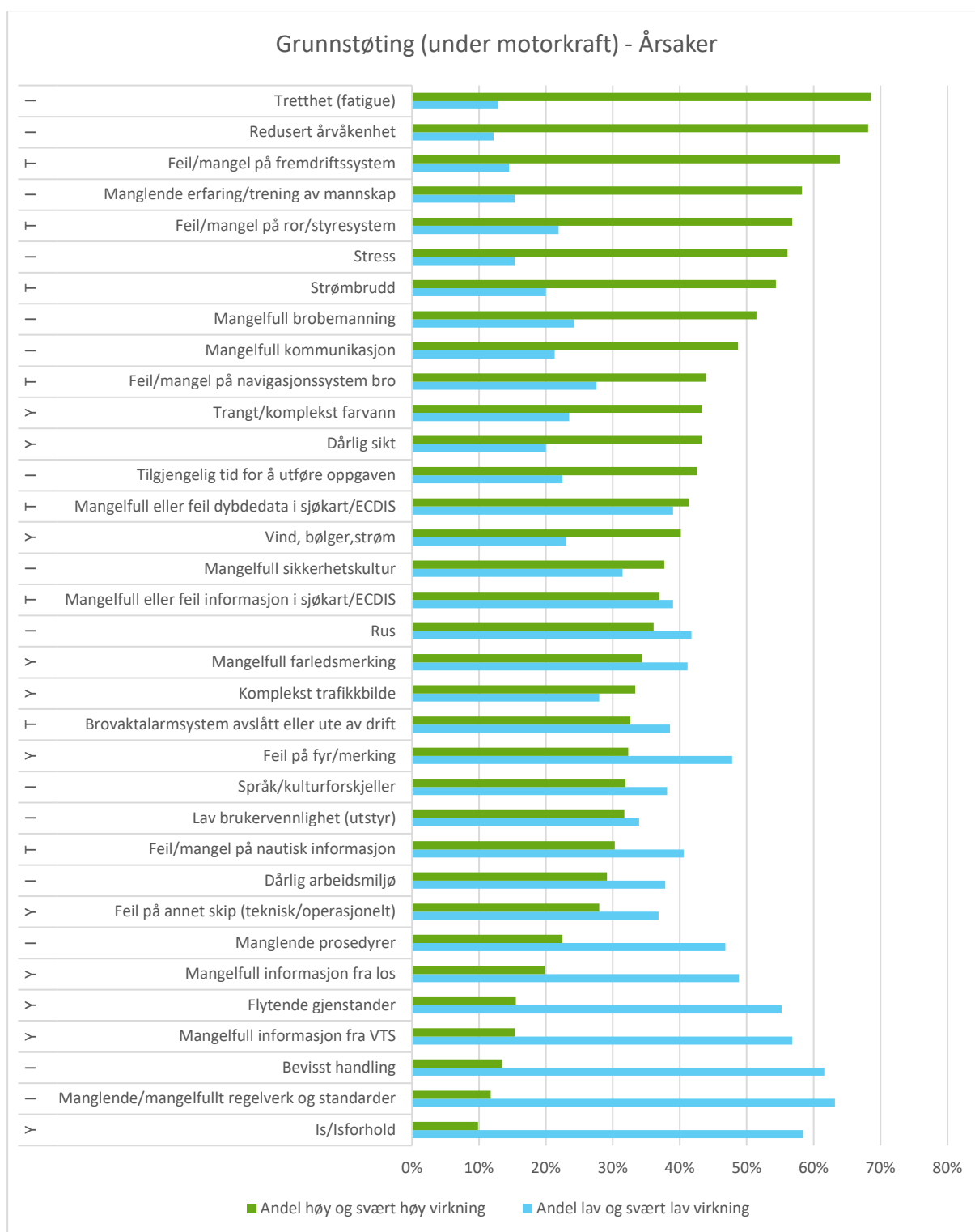
«Ytre (ugunstige forhold)» som en direkte årsak til ulykker fremstår stabilt rundt 16-19 %, men registreringene i SDU viser forholdsmessige endringer innenfor underkategoriene. «Sterk strøm» var tidligere den mest fremtredende direkte årsaken og «Operasjonsfeil på annet fartøy» hadde nest flest registreringer. Allerede i 2014 så man en trend som viser at begge disse kategoriene er blitt redusert og denne trenden har fremholdt. For grunnstøtinger er «Andre ytre forhold», «Overhending vær» og «sterk strøm» de største kategoriene i kronologisk rekkefølge, mens det for kollisjon er «operasjonsfeil av annet skip» som er rapportert mest.

3.6 Navigatørers syn på årsaker til ulykker (interessentanalysen)

Gjennom interessentanalysen, har vi fått fornyet kunnskap om hva seilende navigatører i norske farvann opplever som de mest aktuelle årsakene til ulykker. I denne undersøkelsen mottok Kystverket og DNV totalt 698 svar. Hele 66 prosent av respondenten har en total fartstid på mer enn 15 år.

Interessentene ble bedt om å vurdere ulike årsakers virkning på risikoen for henholdsvis kollisjon og grunnstøting under motorkraft. Rangeringen av årsakene viser at følgende tre årsaker oppleves som dominerende for kollisjonsulykker: *Redusert årvåkenhet, tretthet (fatigue) og mangelfull kommunikasjon*. For grunnstøtingsulykker var det følgende tre årsaker som oppleves som dominerende: *Tretthet (fatigue), redusert årvåkenhet og feil/mangel på fremdriftssystem*.

Et interessant funn ved dette, er forskjellene og likhetene mellom det opplevde årsaksbildet hos navigatørene sammenlignet med hva som har kommet frem i årsaksanalysen. Det er innlysende, og kanskje heller ikke rart, at navigatørene i større grad peker på tekniske og ytre faktorer enn øvrige faktorer. Men også at tretthet vurderes som en av de dominerende årsakene mens all statistikk viser at dette denne årsaksfaktoren er kraftig redusert sammenlignet med tidligere år.



Figur 27 Navigatørers vurdering av årsakene til grunnstøting rangert etter størst virkning (I = Ikke tekniske, T = Tekniske, Y = Ytre faktorer)

3.7 Vurdering og anbefalinger

En god forståelse av årsakene til ulykker er viktig. Uten å forstå årsakene til ulykkene i detalj, er det vanskelig å innføre nye sjøsikkerhetstiltak som gir den rette forebyggende effekten. Det bør derfor alltid undersøkes om tiltakene som ønskes implementert, faktisk har effekt direkte på de årsakene som er dominerende for ulykkestypen som tiltaket er ment for. Det er også viktig å se på hvordan årsaksbildet endrer seg over tid. Gjennom dette kan man

avdekke om gårdsdagens sjøsikkerhetstiltak har den samme virkningen i dag som da de ble innført.

En grundig studie av årsakene til ulykkene vil kunne avdekke behov for endringer til eksisterende sjøsikkerhetstiltak, så vel som behovet for nye tiltak. Sjøsikkerhetsanalysen 2022 har derfor lagt stor vekt på å studere årsaker og årsaksforhold. Resultatene fra disse analysene har lagt grunnlaget for å kunne vurdere og beregne virkningen til de eksisterende så vel som de mulige nye sjøsikkerhetstiltakene. Følgelig har arbeidet også hatt betydning for de forslag som Kystverket har prioritert inn i arbeidet med NTP 2025-2036.

Årsaksanalysen, sammen med analysen av ulykkesstatistikk, gir også en god indikasjon på hvorfor det er så viktig å ha en god årsaksforståelse på detaljert nivå. Etter Sjøsikkerhetsanalysen 2014, har majoriteten av de gjennomførte og foreslåtte nye sjøsikkerhetstiltak blitt utformet med utgangspunkt i resultatene fra denne analysen. En viktig vurderingsfaktor har vært at sjøsikkerhetstiltaket skal ha god virkning på de dominerende årsakene i det geografiske området som tiltaket skal virke. At dette har hatt god effekt gjenspeiles i den dokumenterte ulykkesutviklingen – ikke bare gjennom at antall alvorlige navigasjonsulykker har hatt en nedgang, men også at denne trenden vil fortsette de nærmeste årene med allerede besluttede tiltak som ennå ikke er fullt gjennomført.

Ett av hovedfunnene i arbeidet med årsaksanalysen 2014, var at det var store mangler i ulykkesrapportene fra fartøyene til Sjøfartsdirektoratet når det gjelder de underordnede og bakenforliggende årsakene til ulykkene. Det ble antatt at det kunne skyldes frykt for konsekvensene av å rapportere dette til Sjøfartsdirektoratet, men også at veiledningen for hva som skal rapporteres ikke var god nok med tanke på detaljeringsgraden. I arbeidet med årsaksanalysen 2022 er det observert at rapportering av årsaksforhold har bedret seg betraktelig siden forrige analyse, men at det fremdeles er en del manglende registrering for bakenforliggende og indirekte årsaker. Ofte vil det kreve en del tid og mer omfattende undersøkelser før man kommer frem til de faktiske bakenforliggende årsakene. Ettersom det er krav til rapportering til Sjøfartsdirektoratet innen 72 timer, kan en forklaring være at de bakenforliggende årsakene ikke har blitt undersøkt for svært mange av ulykkene på rapporteringstidspunktet. En anbefaling vil derfor være å se nærmere på løsninger for at dette kan følges opp og rapporteres inn på et senere tidspunkt.

Når det gjelder andre anbefalinger knyttet til årsaksanalysen, så vil en generell anbefaling være å følge opp arbeidet med periodevis å oppdatere årsaksbildet. I tillegg må resultatene aktivt brukes i arbeidet med å utformingen og valget av nye sjøsikkerhetstiltak, så vel som i vurderinger om tidligere tiltak kan fjernes.

Årsaksanalysen har også vist, sammen med analysen av ulykkesstatistikk, at de eksisterende tiltakene har hatt en god virkning frem til nå, og at de også vil være viktige i fremtiden. Det er derfor nærliggende å anta at det kan bli utfordrende å redusere noe på dagens sjøsikkerhetstiltak uten at man har fått utviklet nye sjøsikkerhetstiltak som kan erstatte virkningen som disse har. Men det er uansett avhengig av hvilket risikonivå som kan aksepteres. Kystverket legger til grunn en nullvisjon når det gjelder tap av menneskeliv, og ellers det nåværende konkrete mål om at sjøsikkerhetsnivået skal opprettholdes eller forbedres. Med dette som utgangspunkt, vil Kystverket i arbeidet med å utvikle og pilotere nye sjøsikkerhetstiltak, anbefale å prioritere tiltak som vurderes å ha størst virkning på de dominerende årsaksfaktorene i norske sjøområder. Dette gjenspeiles også i Kystverkets forslag til prioriteringer i NTP 2025-2036.

Avslutningsvis, vil vi også peke på observasjonen om at navigatørenes oppfatning av hva som er de mest dominerende årsakene til navigasjonsulykker, ikke helt er i samsvar med det

som har kommet frem i årsaksanalysen på alle områder. En god risikoforståelse inkluderer også å være klar over hva som er bidrar til ulykker. Uten denne kunnskapen, kan man ikke sikre seg at nødvendige barrierer blir inkludert i planleggingsarbeidet om bord. Kystverket anbefaler derfor at det sikres at relevant kunnskap som har kommet frem gjennom Sjøsikkerhetsanalysen 2022, bedre kjent for dem som seiler om bord.

4 Sjøsikkerhetstiltak

DNV har kvantifisert den risikoreduserende effekten av ulike sjøsikkerhetstiltak på navigasjonsulykker i delanalysen «Risikoreduserende effekt av sjøsikkerhetstiltak». I tillegg har Kystverket vurdert virkninger av visse tiltak som ikke ble omfattet av DNVs analyse. Analysen omfatter tidligere gjennomførte tiltak og mulige fremtidige, samt tiltak innenfor eller utenfor Kystverkets sektoransvar.

4.1 Beregnet virkning av eksisterende sjøsikkerhetstiltak

Analysen av virkning baserer seg på litteraturstudium av historiske analyser i Norge og internasjonalt. Den er basert på vurderinger av virkningen av tiltak på historiske ulykker fra før tiltaket ble innført - både ved hjelp av Sdires ulykkesdatabase så vel som ved en vurdering av årsaksfaktorene fra årsaksmodellen i Årsaksanalysen. I tillegg er det gjort analyser av endring i omfang av ulykker for fartøy som er omfattet av et tiltak eller ikke omfattet, for eksempel fartøy innenfor eller utenfor et VTS-område.

Siden analysene baserer seg på faktiske ulykker og skip, vil hyppigheten av ulykker påvirkes både av tiltaket som analyseres og av andre tiltak som hadde virkning på skip og ulykkene som ble analysert. For eksempel vil virkningen av et merketiltak være endringen i virkning fra gammel merking til ny merking, og ikke virkning av merking relativt ingen merking. For VTS-områder må en anta at etablering av et nytt VTS-område vil øke skipenes tilbøyelighet til å rapportere om ulykker, og at dette reduserer forskjellen mellom registrerte ulykker før og etter tiltaket. Dette utgjør en usikkerhetsfaktor i analysen.

Nedenfor er oppsummerte virkninger av eksisterende typer tiltak samlet for navigasjonsulykker (grunnstøting under motorkraft og kollisjon mellom skip).

Navigasjonsulykker - reduksjon i hyppigheten av ulykker der tiltaket er innført

*Tabell 1 Anslått virkning på grunnstøt og kollisjon. Med visse fartøy menes de som er utstyrt for å bruke virkemiddelet, og dette varierer mellom virkemidlene. *) Virkning av å innføre tiltaket på skip som ikke var omfattet før. Virkning av å fjerne tiltaket fra skip som hadde det før er hhv 41% og 12%.*

Tiltak	Virkeområde	Snitt verdi %	Nedre verdi %	Øvre verdi %
AIS	Kollisjon alle fartøy	--	--	55%
ECDIS	Grunnstøting visse fartøy	35%	30%	40%
BNWAS	Visse fartøy i hele sjøområdet	10%	5%	--
Los	Visse fartøy innenfor grunnlinja	29% *)	--	--
Farledsbevis	Visse fartøy innenfor grunnlinja	11% *)	--	--
VTS	Visse fartøy i virkeområdet	25%	10%	40%
Merketiltak	Alle fartøy i tiltakets virkeområde	6,4%	1,7%	58%
Modernisering av sektorlykter til IALA-standard	Alle fartøy innenfor grunnlinja	3%	--	--
Routeinfo	Grunnstøting for visse fartøy innenfor grunnlinja	1%	--	--

4.2 Beregnet virkning av mulige nye sjøsikkerhetstiltak

Nye sjøsikkerhetstiltak kan være nye typer tjenester, andre virkemidler, eller det kan være utvidelser av virkeområdet av eksisterende tiltak slik som utvidelse av et VTS tjenesteområde eller endring av hvilke skip som omfattes av losplikt. Virkningen av utvidelser av virkeområdet til eksisterende typer tiltak, antas å være tilsvarende som for eksisterende tiltak av samme type.

DNV har kartlagt fremtidige mulige sjøsikkerhetstiltak gjennom Trendanalysen. Når det gjelder fremtidige tiltak konkrete nok til å kunne vurderes kvantitativt for virkning, er det IMO's E-navigasjonsstrategi som utpeker seg og som er inkludert i virkningsberegningene. E-navigasjon består av flere tiltak, der en del går på brukervennlighet, pålitelighet og integritet i broutstyr. Andre handler om å levere informasjon til skip, og presentere informasjonen på en bedre måte enn i dag. I hovedsak innebærer dette en modernisering og styrking av de tjenestene som allerede leveres til skip i dag. E-navigasjon er splittet opp i hva som ligger innenfor Kystverkets sektoransvar og hva som ikke gjør det. Det er også slik at elementer av E-navigasjon må ses som delvis innført i dag, særlig Kystverkets digitale rutetjeneste. Det er forsøkt å ta hensyn til dette i vurderingen av hva som allerede er oppnådd virkning i dag.

Dynamisk risikoovervåking er et tiltak som ikke avhenger av utvikling av internasjonale standarder eller av ny utrustning på skip, men kan utvikles og innføres utfra behov i Norge. Tiltaket er under utprøving i Kystverket, og det er klart at tiltaket neppe vil oppnå stor tilleggsvirkning der det allerede er VTS-tjeneste, men det vurderes at tiltaket kan gi noe av virkningen til VTS der det ikke allerede er VTS.

Nedenfor er oppsummert virkninger av aktuelle nye typer fremtidige tiltak samlet for navigasjonsulykker (grunnstøting under motorkraft og kollisjon mellom skip).

Navigasjonsulykker - reduksjon i hyppigheten av ulykker der tiltaket er innført

Tabell 2 Anslått virkning på grunnstøt og kollisjon. Med visse fartøy menes de som er utstyrt for å bruke virkemiddelet, og dette varierer mellom virkemidlene

Tiltak	Virkeområde	Snitt verdi %	Nedre verdi %	Øvre verdi %
E-navigasjon/MSP	Skip i norske farvann og som utstyres seg for å bruke tjenestene	7%	--	--
E-navigasjon/andre	Skip i norske farvann og som utstyres seg for å bruke tjenestene	4%	--	--
Dynamisk risikoanalyse	Skip i norske farvann utenfor VTS-områdene	5%	--	--

DNVs analyse «Risikoreduserende effekt av sjøsikkerhetstiltak» vurderer virkningen av E-navigasjon til 11% samlet. Kystverkets analyse «Risiko mot 2060» splitter dette i 7% for E-navigasjon/MSP, 1% for Routeinfo som til dels er innført i dag, og 3% på andre elementer av E-navigasjon. Ett eksempel på hva som faller inn under sistnevnte, vil være virkningen av et mer brukervennlig brodesign, og som faller utenfor Kystverkets sektoransvar.

Dynamisk risikoanalyse vil virke på de samme mulige ulykkene som VTS, og det antas derfor at virkningen vil være begrenset der det også allerede er VTS. Samtidig vil Dynamisk risikoovervåking ikke få alle virkningene som VTS har, slik som trafikkorganisering og informasjonstjeneste. Dette gjør anslaget av virkningene usikre. Men basert på at Dynamisk risikoovervåking kan oppdage noen feilnavigeringer der trafikken ikke overvåkes av VTS, er virkningen satt konservativt til 5% i områder der det ikke er VTS.

Fremtiden vil antagelig bringe frem mange andre tiltak med virkning på sjøsikkerheten som ikke er hensyntatt i analysene. Dette kan for eksempel være krav fra IMO om kompetanse hos mannskap, og ny nødvendig utrustning av skip og som ikke er kjent i dag. Det kan også være effektivitetskrav i sjøtransporten som fjerner ressursbruk om bord bort fra navigasjon av

skipene. Andre eksempler vil være nye typer drivstoff som kan påvirke driftssikkerheten i fremdriftsmaskineriet på skip, automatisering og fjernstyring av skip, og mulige reduksjoner i tjenestenivået på kostnadskrevende tjenester fra Kystverket. Også en eventuell negativ utvikling i digital sikkerhet kan påvirke sjøsikkerheten i fremtiden, selv om dette ikke er tilfelle i dag.

4.3 Samlet virkning av sjøsikkerhetstiltak

I praksis vil ulike sjøsikkerhetstiltak virke sammen. Ulike tiltak kan styrke hverandre, slik at kombinasjonen gir økt virkning. For eksempel kan vi anta at tiltak som konsentrerer trafikken i faste seilingsruter, vil gjøre det lettere for VTS å oppdage avvik, og dermed gi en mereffekt i kombinasjon. Motsatt kan en manuell overvåking gjennom VTS, og automatisert gjennom Dynamisk risikoovervåking, virke på de samme feilnavigeringene, slik at den samlede virkningen blir mindre i sum.

Slike kombinasjonsvirkninger er i liten grad inkludert i analysen på grunn av den store variasjonen av slike kombinasjoner, kompleksitet og variasjon i samvirkemekanismene, og vansker med å oppnå statistisk signifikans i eventuelle konklusjoner.

4.4 Vurdering av anbefalingene gitt fra DNV

Som et ledd av arbeidet med Sjøsikkerhetsanalysen 2022, ble DNV bedt om å gi anbefalinger til Kystverket som bygger på resultatene og funnene som er dokumentert i underlagsrapportene til Sjøsikkerhetsanalysen. Selv om det er hovedfokus på hvordan Kystverket kan forbedre sjøsikkerheten, har de ikke isolert anbefalingene til kun det som angår Kystverket. Flere av anbefalingene vil derfor også kunne falle inn under Sjøfartsdirektoratet. Det må poengteres at dette er DNVs uavhengige anbefalinger. Kystverkets kommentarer og vurderinger av DNVs anbefalinger følger i det påfølgende.

4.4.1 Intuitiv og optimalisert merking for hver strekning

Kystverkets merkesystem skal være en selvstendig og robust tjeneste som skal tjene som hovedsystem for veiledning til navigasjon langs Norges kyst. Kystverkets infrastruktur skal være robust mot bortfall av GNSS og andre moderne trusler (CYBER). Med dette menes at Kystverket skal drifte en tjeneste, som baserer seg på systemer av visuelle merker uten lys, visuelle merker med lys og radarsvarere (racon) som ikke er avhengige av eksterne systemer for å kunne gi sjøfarende veiledning til sikker navigasjon. Omfang av merker vil da være en funksjon av landskapets utforming og forventede visuelle synsvidder i farvannet. Områder med særlig stor trafikk eller særlig utfordrende navigasjon merkes tilpasset aktuelt risikobilde. Det ligger ytterligere føringer i Kystverkets instruks, Tjenestenivå for navigasjonsinnretninger.

Det er viktig at dette nettverket driftes og vedlikeholdes løpende, feilretting foretas og forbyggende aktiviteter holder tritt med tilstandsutviklingen blant innretningene. Informasjon om endringer må raskest mulig ut til brukerne. Denne informasjonsflyten tar tid, og Kystverket vil arbeide for at dette skal gjøres raskere og mer automatisert i fremtiden i tråd med nye IHO's S-100 standarder. Dette kan kreve endringer både hos Kystverket og Kartverket.

Kystverket leverer navigasjonsveiledning til alle brukere av sjøen, med et stort spenn i kompetansenivå og teknisk utrustning på fartøyene. Selv om autonome skip blir en del av fremtiden, så er tradisjonell merking det tiltaket som treffer alle, med stor grad av gjenkjennelse for alle brukere. Kystverket vil utvikle/tilby tjenester for autonome skip, når disse er definert i internasjonale retningslinjer.

Kystverket arbeider med å standardisere og forbedre eksisterende merking. Dette gjelder både på objektnivå og på systemnivå. Gjennom å kontinuerlig arbeide med å utvikle objektene, søker en å optimalisere brukeropplevelsen (ytelsen) samt effektivisere

prosesser i vårt rederi internt (kostnaden). En vurderer levetid på objektene, monteringskostnader og driftskostnader, samtidig som en ivaretar god HMS for våre operative medarbeidere. Vi får løpende tilbakemeldinger om vårt merkearbeid i felt, både fra egne ansatte og eksterne, og vi registrerer ønsker om endringer der dette rapporteres påkrevd. Norge er et utfordrende land for kystnavigasjon, og Kystverket tilstreber at den merking som vi tilbyr er i tråd med internasjonale veiledere, slik at veiledningen er familiær også for utenlandske navigatører.

Merkingen av de ulike farleder søkes tilpasset den miks av brukere som trafikkerer farvannet, i dag og i fremtiden. Funksjonen til de ulike merkene må i mange tilfeller justeres for å være dekkende for en ulikt sammensatt brukergruppe. Store fartøyer med trente mannskaper har andre krav og andre forutsetninger for å kunne utnytte presis merking på en mer effektiv måte, enn brukere som ikke har kvalitetssikret opplæring i navigasjon eller inngående kunnskap om sjømerker generelt. Merkingen for de som har lite erfaring med kystnavigasjon må tilpasses, og en søker å standardisere og tilrettelegge i større grad enn tidligere. Ved justeringer av selve farvannet, brukes Farledsnormalen (med dimensjonerende skip) som veileder, samt at en vurderer tiltakets virkning på andre aktørers bruk/behov for farvannet.

Kystverket er i ferd med å gjennomføre en standardisering for våre sektorlykter. Denne er ventet å være ferdig før 2026. Dette tiltaket vil gjøre sektorlykter i tråd med internasjonale veiledere (IALA standarder), og i sum gjøre bruk av disse innretningene mindre kompleks for navigatørene. Kystverket anser dette som et tiltak som gjør merkingen mer intuitiv for den alminnelige bruker, da den etablerer faste regler for hvordan en skal håndtere kursavvik fra hvit sektor.

Kystverket har sett gevinst av å ta større gjennomganger av merkingen i geografisk definerte områder. På denne måten kan en se flere merker/farleder i sammenheng, og en unngår at en har ulike typer merker, fra ulike tidsepoker i samme farled. En vil også ved disse tiltakene få oppdatert merkingen til dagens og fremtidens forventede trafikkbilde. I vurderingen av hvor disse områdene prioriteres først, inngår kunnskap om hendelser og trafikkvolum. Slike gjennomganger trigger ofte store investeringer, da det gjerne medfører en oppgradering av eksisterende merking, økt antall objekter med lys og indirekte belysning, samt fjerning av overflødige/utdaterte merker. Kystverket vurdering av kostnader i slike prosjekter viser at det i hovedsak er mest kostnadseffektivt å skifte ut merker med nye merker med lavere fremtidig vedlikeholdsbehov.

Det er registrert få ulykker i tilknytning til Kystverkets merker, i nyere tid ingen som har årsak i svikt hos innretningene. Grunnet merkene sin logiske dimensjonering for å motstå naturkrefter, samt for å være godt synlig visuelt, så kan det få alvorlige følger dersom små fartøyer kolliderer med merkene.

Lanterner med indirekte belysning (HIB) har blitt utplassert i stort antall de senere år. Dette får vi god tilbakemelding på fra våre brukere. Disse merkene har flere egenskaper, hvor fast indirekte belysning har stor nytte i trange farvann, hvor raske fartøyer krever ekstra god navigasjonsveiledning. Merkene gir også bedre mulighet for avstandsbedømmelse til faren de representerer.

Når det i et område utplasseres mange navigasjonsinnretninger med lys, øker kompleksiteten og en må ta særlige hensyn for at ulike innretninger ikke skal kunne forveksles. Kystverket ønsker å standardisere på at alle innretninger med lys har fjernovervåkning. Dette, sammen med installert GNSS, gjør at en kan velge om flere innretninger i samme område skal synkroniseres (felles lyskarakter).

Kystverket har rundt 7000 objekter med lys, hvorav disse er rundt 1800 sektorlykter. Det er et økende problem med bakgrunnsbelysning langs kysten i dag. Kystverket forsøker i størst

mulig grad at objektene skal være uavhengige av nettstrøm. Dette skaper i noen tilfeller utfordringer med balansering av ønske om sterkt lys versus tilgjengelig batterikapasitet. Det er en stadig utvikling av sterkere lyskilder til bruk i innretningene, og en har ulike lyskilder å velge mellom. Kystverket foretar vurderinger for hvert objekt relatert til påkrevd lysstyrke. Alle Kystverkets beregninger av lysstyrke gjennomføres i tråd med internasjonale retningslinjer. Det er ikke ønskelig å endre prinsippene for dette. Generelt tilstreber Kystverket alltid å imøtekomme våre standarder for god anvisning av farer med våre innretninger med lys.

Det bemerkes i interessentanalysen at sektorlyktene ikke brukes i like stor grad som før, dette må sees i lys av det totale antallet innretninger med lys. Innretninger med lys har økt de senere år (HIB), og Kystverket vurderer det slik at den totale navigasjonsveiledningen er bedret, og at sektorlyktene ikke er like alene om ansvaret for veiledningen som i tidligere tider.

Kystverket vektlegger at våre innretninger skal gi et godt radarekko, det monteres ekstra utstyr for å øke radartverrsnitt der hvor dette vurderes som nødvendig. Kystverket monterer også racon på særskilte innretninger, både for enklere identifikasjon av innretningen og bedre posisjonering via radar.

For at Kystverkets innretninger skal forstås og brukes korrekt av navigatørene er det viktig at de presenteres på en hensiktsmessig måte i elektroniske kart (S-57 og S-101). Kystverket har startet arbeidet med å forbedre presentasjon av innretningene i neste generasjon ECDIS S-101. Kystverket har fått medhold i flere av sine forslag, men det gjenstår fortsatt arbeid for å sikre gjennomføringen i berørte standarder. Neste generasjon ECDIS er ikke obligatorisk før 01.01.2029 (for utvalgte fartøyer).

Generelt har fyr og merker en positiv innvirkning på dagens risikobilde, og er også blant de tiltak som nevnes i interessentanalysen når en skal vurdere ytterligere reduksjon av risikonivå, gjerne koblet sammen med utdyping av farledene.

Antallet grunnstøtinger langs kysten fra Molde, Frøya og Hitra har økt. Det er en trend at brønnbåter og servicefartøyer til akvakulturnæringen utgjør en stor andel av disse hendelsene. De senere år har det vært en storstilt ekspansjon av antall fartøyer i denne næringen. Det har blitt utplassert langt flere anlegg og særlig brønnbåtene har økt i lengde, bredde og dypgående. Kystverket har prioritert hoved- og biledarealet, både for merking og for områder hvor vi ønsker gode moderne sjømålinger av dybde. Utenfor nevnte areal, finnes det områder hvor kartkvaliteten og merkingen ikke er like god. Disse fartøyene trafikkerer jevnlig områder med grunne områder og hvor selve farvannet kan være veldig smalt. Det er derfor naturlig at disse fartøyene preger statistikken over økning i grunnstøtinger de senere år. Det vil kreve ytterligere analyse å finne de områder som må prioriteres først, blant de områder med en særlig stor frekvens av ulykker.

Kystverket ønsker å starte arbeid med å definere grunnlag for akseptnivå av risiko i farvannet. Dette arbeidet vil kreve utvidet modellering av det farledsnettverket vi har i dag, inkludert bedre systemer for lærdom av hendelser. Kystverket vil anmerke at risikoaksept generelt i samfunnet er minkende, og at krav til merking øker som følge av dette. Disse kravene må Kystverket møte med godt fundert kunnskapsgrunnlag.

Gjennom arbeidet med nasjonal transportplan (NTP) får Kystverket signaler og indikasjoner på retning videre for Kystverket i en større kontekst. Signalet nå er at rammene minker og at drift og vedlikehold skal prioriteres. Når en skal skaffe rom for videre investeringer eller systematiske oppgradering av farleder, vil kunnskap fra Sjøsikkerhets analysen inngå, samt Kystverket øvrige oppdaterte kunnskap.

4.4.2 Mer bruk av rutetiltak i risikoutsatte områder

Rutetiltak har vist seg å være et effektivt verktøy som skaper god forutsigbarhet for skipstrafikken og bidrar til en effektiv trafikkavvikling. Rutetiltakene får ekstra virkning når den overvåkes av en sjøtrafikksentral som kan håndheve bruken av tiltakene, slik som tilfellet er med samtlige tre trafikkseparasjonssystemer som er tatt i bruk i norske farvann i dag. Det er også et tiltak som er relativt enkelt å etablere så lenge det skjer i territorialfarvannet.

Enkelte typer rutetiltak, som for eksempel forbudsområder og trafikkseparasjonssystemer, kan være relativt inngripende. Men med et grundig planleggingsarbeid og en god dialog med berørte interesser, vil de i de fleste tilfellene ikke nevneverdig måtte endre på den generelle seilasen gjennom et område. I tillegg noterer vi oss at det i interessentanalysen kom frem at navigatørene ønsker mer bruk av trafikkseparasjon i sterkt trafikkerte farleder, herunder Hjeltefjorden og Fensfjorden.

Forbudsområder (Areas to be avoided) er et rutetiltak som ennå ikke er tatt i bruk i norske farvann. Det er imidlertid et tiltak som Kystverket mener bør vurderes nærmere å ta i bruk når de planlagte vindmølleparkene til havs er ferdig utbygd. Det bør også vurderes i tilknytning områder der petroleumsinstallasjonene står tett. Slike etableringer vil imidlertid kreve internasjonal godkjenning av IMO, og derfor kreve atskillig mer arbeid enn hva som er tilfellet i territorialfarvannet. Likevel bør det ikke være kontroversielt, ettersom det er mange eksempler å vise til der man på samme grunnlag har etablert dette andre steder i verden. Tiltaket er dessuten meget fleksibelt, da man kan definere hvilke typer og størrelser av skip som tiltaket skal gjelde for. Det kan også gis sesongmessige unntak, og det er også mulig å etablere seilingskorridorer gjennom forbudsområdet. Derfor vil man kunne unngå en rekke interessekonflikter som man ellers kunne tenke seg et slikt tiltak vil kunne medføre.

På bakgrunn av ovennevnte vurderinger, vil Kystverket anbefale at det ses nærmere på en innføring av nye rutetiltak i norske sjøområder. Det anbefales samtidig at man først tar en gjennomgang av de allerede etablerte rutetiltakene i Oslofjorden, siden dette ikke har vært gjort etter at tiltakene ble etablert. Kystverket ser det som sannsynlig at det kan være behov å gjøre noen justeringer til det eksisterende tiltaket, basert på endringer i trafikkbildet sammen med de erfaringene vi har gjort oss med de øvrige trafikkseparasjonssystemene. Deretter kan det være fornuftig å ta en grundigere vurdering av territorialfarvannet i dialog med relevante interessenter, for å identifisere nærmere andre aktuelle områder for rutetiltak og hvilke typer rutetiltak som vil være de mest hensiktsmessig. Parallelt med dette, bør det også gjennomføres en nærmere dialog med Havindustritilsynet (p.t. Petroleumstilsynet) for å diskutere nærmere behovet og hensiktsmessighet ved å etablere eventuelle forbudsområder rundt enkelte anlegg i Norsk Økonomisk Sone (NØS). Dette fordi slike etableringer vil kreve atskillig mer saksbehandling, og at derfor vil være nødvendig å komme tidlig i gang med arbeidet om det skal kunne være etablert når innretningene er på plass og driftsatt.

4.4.3 Etablere flere værsensorer i særlig utsatte farvann

I dag distribuerer Kystverket informasjon om vind, bølger og strøm i nær sann tid eller som varsler på nett gjennom nettstedene <https://www.barentswatch.no/ohoi/> og <https://www.barentswatch.no/bolgevarsel/> og i nær sann tid om vind i Kystvær-appen for mobil og nettbrett.

Informasjon om bølger og strøm baserer seg på data fra Meteorologisk institutt og Norce, og gjelder spesielt på de viktigste ledene på kysten, men også for hele sjøområdet. Informasjon om vind baserer seg på vindsensorer som opereres av ulike aktører slik som Meteorologisk institutt, Statens Vegvesen, Avinor og Kystverket.

I dag er det ca 300 vindsensorer i drift i de nevnte kanalene. Disse vindmålerne er ofte ikke best mulig plassert for navigasjon av skip, og derfor har Kystverket de senere årene installert vindsensorer i tillegg til disse på særlig utsatte steder i samarbeid med viktige brukere. I løpet av 2022 og 2023 er det installert 14 slike optimalt plasserte sensorer, samtidig som at tilfanget av sensorer installert av andre også øker. I tillegg er det installert bøyer med vind og bølgesensorer i Vestfjorden og i Fedjeosen.

Kystverket vurderer bøyer å være relativt kostbare, men Kystverket sikter på å fortsette utbygging av optimalt plasserte vindsensorer på utsatte steder fremover i den grad ressursene tillater det.

4.4.4 Overvåke større deler av kysten med bruk av adferdsanalyseverktøy

Anbefalingen fra DNV omhandler videreutvikling og utvidet bruk av det adferdsanalyseverktøyet (BEAN) som er tatt i bruk ved Kystverkets sjøtrafikksentraler. Dette er et satsingsområde som er omtalt som «dynamisk risikoovervåkning» i Kystverkets forslag til prioritering av ressursbruk i perioden 2025–2036 i Nasjonal transportplan.

Maskinell analyse av AIS data ved bruk av kunstig intelligens, bidrar til å understøtte overvåkingen på sjøtrafikksentralene. Dette kan på sikt bidra til at sjøtrafikksentralene kan overvåke større geografiske områder enn i dag, og gjennom dette detektere og avverge flere faresituasjoner.

Kystverket har utviklet en pilot av adferdsanalyseverktøyet BEAN sammen med Kongsberg Norcontrol. Verktøyet prøves ut ved Kystverkets sjøtrafikksentraler for videreutvikling og optimalisering av deteksjons- og alarmfunksjonalitet. Videre planlegges det å teste funksjonalitet for automatisk overvåking av seilas langs ruter og rutesystemer samt digitale løsninger for varsling av fartøy.

Dynamisk risikoovervåkning er beregnet til å gi god samfunnsøkonomisk nytteverdi – selv når en konservativ verdi for virkning (5 prosent) er benyttet. Kystverket anbefaler derfor at man viderefører arbeidet Kystverket og norske leverandører har startet for å utvikle et verktøy for adferdsanalyse – Dynamisk risikoovervåking. Siktemålet er at verktøyet skal videreutvikles som et automatisert overvåkingsverktøy til støtte for sjøtrafikksentralene for å etablere kontinuerlig overvåking av skipstrafikk i større deler av norskekysten.

Systemet, når ferdig utviklet, vil også kunne gi nytte for andre etater enn Kystverket. Det vil være fullt mulig å utvikle andre algoritmer enn for grunnstøting og kollisjon. Disse vil kunne legges til i systemet, og benytte seg av det samme datagrunnlaget som ellers inngår i dette.

4.4.5 Vurdere utvidelse av VTS på Vestlandet nordover til Trondheim

Kystverket er gitt i oppdrag å utvide tjenesteområdet til sjøtrafikksentralene på Vestlandet. Det pågår allerede et arbeid med gradvis å inkludere området fra Fedje og til Kristiansund som en del av sjøtrafikksentralenes tjenesteområder. Strekningen fra Kristiansund til Trondheim vurderes kvalitativt til å være et område med tilsvarende høyt risikonivå. I tillegg vurderes en økt kontroll med skipstrafikken i dette området, å kunne gi et viktig bidrag til samfunnssikkerheten og Norges forsvarsevne. Kystverket vurderer derfor opprettelsen av et tjenesteområde på denne strekningen som et viktig tiltak, og har derfor også inkludert dette i etatens forslag til prioritering av ressursbruk i perioden 2025–2036 i Nasjonal transportplan.

Kystverket anbefaler imidlertid, at et videre arbeid også bør inkludere en nærmere vurdering om det foreligger behov for en fullverdig sjøtrafikksentraltjeneste i området, eller om de samme nyttevirkningene kan oppnås gjennom etablering av sensorer i kombinasjon med løsningene som skal utvikles i arbeidet med dynamisk risikoovervåkning.

Hovedgrunnen til forutnevnte, er at Kystverket antar at behovet for trafikkorganisering er relativt lavt i området, og at det primært kun vil kunne være behov for noen av tjenestene som ytes innenfor navigasjonsassistanse og informasjonstjeneste.

Med utgangspunkt de siste oppdaterte virkningsberegninger, risikoanalyser og trafikkprognoser fra Sjøsikkerhetsanalysen 2022/23, har Kystverket oppdatert den tidligere gjennomførte samfunnsøkonomiske analysen som er foretatt for tiltaket. De oppdaterte beregningene viser en samfunnsøkonomisk prissatt nytteverdi på 129MNOK. Men om det skulle vise seg hensiktsmessig og mulig med en annen innretning enn en fullverdig sjøtrafikksentraltjeneste, vil nytteverdien muligens kunne bli enda høyere. I tillegg, vil det også kunne redusere behovet for en brukerfinansiering betraktelig.

4.4.6 Forbedre risikoidentifisering i forkant av losoppdrag

DNV har for Lostjenesten, gjennomført to sikkerhetskulturstudier. Gjennomføring av slike sikkerhetskulturstudier, øker bevisstheten rundt sikkerhetskultur, og herunder risikoidentifikasjon og risikovurderinger.

Det er identifisert et behov for å beskrive i metodikken for utførelse av losingen, og hvordan operative risikovurderinger gjennomføres inn mot hvert losoppdrag. Det gjøres allerede operative risikovurderinger før alle losoppdrag, men Kystverket ønsker å systematisere disse risikovurderingene, og har begynt å teste dette i lostjenestens kursportefølje. Generelt anbefaler Kystverket at det arbeides med tiltak som bidrar til at losen forbedrer planlegging og risikoidentifisering i forkant av losoppdrag

Det pågår et større arbeid hvor dagens [lokale begrensninger](#) moderniseres og overføres til et maskinlesbart format. I denne forbindelse, gjennomgås hele kysten, og man beskriver i større grad enn tidligere losfaglige retningslinjer, og herunder hva Kystverket anbefaler under gitte ytre forhold.

Det er også et ønske å videreutvikle funksjonalitet i Njord (driftssystemet til Lostjenesten) hvor man kan knytte hendelser, observasjoner og aktiviteter til fartøy og områder. Eksempelvis at maskinstans på et fartøy knyttes mot fartøyet, slik at neste gang det går en los om bord, vil denne informasjonen foreligge i forkant av losoppdraget. Dette vil kunne bedre kvaliteten på risikovurderinger og forberedelser i forkant av losoppdrag. Av ressursmessige hensyn, har dette ennå ikke latt seg bli prioritert.

Det er også i planlegging et krisescenario kurs ved bruk av lostjenestens VR simulatorer. Her er hensikten å trene på krisesituasjoner som kan oppstå, og å samle lokale ressurser (eks scenariotrening på Mongstad hvor man samler VTS, loser, taubåtkaptein, havnekaptein og ledelse) for ulike «skrivebordsøvelser». Et slikt kurs forventes også i stor grad å øke losens risikoforståelse.

4.4.7 Styrke samhandling og kommunikasjon på bro ved losing

Samhandling og kommunikasjon på bro er sentrale elementer i all opplæring og oppfølging i Lostjenesten. Allerede i utdanningsløpets andre uke, vil en losaspirant gjennomføre opplæring i losens rolle på bro. Det er etablert en rekke kurs gjennom hele utdanningsløpet for å ivareta ønsket fokus på dette området.

Nevnte instruks i kvalitetssikringssystemet, som DNV viser til, er undervist for samtlige loser gjennom årlig driftssamling. Det har også blitt fulgt opp gjennom årlige revisjoner om bord i forbindelse med DNVs sertifisering av lostjenesten. De to siste årene, har samhandling og kommunikasjon på bro vært fokusområder på revisjon.

Lostjenesten har utviklet en egen [fagbok](#) som er tatt i bruk for opplæringsøyemed, og er ment for å beskrive «beste praksiser» og overføre erfaringer mellom losere. Det er i videre oppfølging, ønskelig fra Lostjenestens ledelse å etablere en form for kollega sparringsordning. Dette vurderes å gi bedre muligheter for å jobbe kontinuerlig med etterlevelse av beste praksiser.

Som det kommer frem, jobbes det aktivt med tiltak på feltet som anbefalingen fra DNV angår. Kystverket vil kontinuerlig følge med på utviklingen og virkningen av dette, og gjennomføre endringer som nødvendig.

4.4.8 Utveksle seilingsinformasjon mellom fartøy og los før losbording

Lostjenesten har utarbeidet et [stående Master-Pilot Exchange \(MPX\)](#) som distribueres via losbestillingen til fartøyene. Det oppleves imidlertid at fartøyets besetning ikke mottar denne, da det ofte er agenter som gjennomfører losbestillingen og at de da ikke videresender informasjonen.

Det foreligger et ønske om å utarbeide eMPX, og Lostjenesten har vært i dialog med enkelte studentmiljøer for å få til et forsøksprosjekt på dette. Samtidig må det også nevnes, at det er ulike prosjekter på gang med bla «routeinfo» og losfaglige retningslinjer som vil etablere nye digitale flater som kan deles med brukere i forkant av seilas.

Generelt støtter Kystverket anbefalingen til DNV om at los overfører tiltenkt seilasplan til fartøyet før de går ombord når dette er mulig. En utfordring kan imidlertid være at en stor andel av losoppdragene blir tildelt losen kort tid før (min. 2 timer), og at los allerede er underveis fra annet oppdrag eller under pålagt døgnhvile. I noen områder kan også flere farleder være alternativ for klarering.

En mer omfattende deling av seilingsinformasjon enn hva som er tilfellet i dag, vil gjøre det mulig for broteamet å gjøre seg bedre kjent med losens tiltenkte rute. Det vil sette dem i en bedre posisjon til å stille spørsmål og overvåke seilasen. Ruter som deles bør i utgangspunktet sammenfalle med referanserutene for navigasjon som Kystverket gir ut, dersom ikke annet skulle tilsi at noe annet er mer hensiktsmessig. Annen aktuell informasjon kan være instruksjoner om sikker bording med losledere, lokale begrensninger, samt reguleringer og anbefalinger tilknyttet seilasen. Informasjon om Kystverkets sensorer for måling av lokale værforhold, kan også vurderes inkludert.

Det finnes i dag lovhjemmel til å regulere det som angår denne anbefalingen. Kystverket mener derfor at det kan være hensiktsmessig å vurdere nærmere å forskriftsfeste utveksling av seilingsinformasjon mellom fartøy og los.

På bakgrunn av ovennevnte, anbefaler Kystverket at det arbeides videre med å øke utvekslingen av seilingsinformasjon mellom fartøy og los før losbording. Et slikt arbeid bør gjøres i tett samarbeide med næringen, og gjennomgå utprøving (piloting) før det gradvis innføres.

4.4.9 Støtte arbeidet med å sørge for tilstrekkelig bro-bemanning i nærskipsfarten

Sektoransvaret knyttet til en tilstrekkelig bemanning på bro ligger hos Sjøfartsdirektoratet. Kystverket har av den grunn, ikke vurdert dette nærmere. Imidlertid tas anbefalingen med videre i etatens løpende og tette dialog med Sjøfartsdirektoratet, inklusiv arbeidet med en handlingsplan for nullvisjonen. Om Sjøfartsdirektoratet finner grunn for et nærmere samarbeid om temaet, vil Kystverket naturligvis bidra med relevant kompetanse på dette.

4.4.10 Industrisamarbeid og standardisering på oppsett av ECDIS ved kyst- og innaskjærs seilas

Det er Sjøfartsdirektoratet som stiller kravene som de maritime utdanningsinstitusjonene og rederiene må forholde seg til, for å sikre at navigatørene har nødvendig kunnskap om instrumenter på bro. Farledsbevisprøven skal kun kontrollere at navigatøren har tilstrekkelig kunnskap om kystnavigasjon generelt, og om lokale forhold til å kunne seile uten los. Dette omfatter også overordnede prinsipper for bruk av instrumenter, slik at riktig instrumentbruk allerede er ivaretatt på prinsippnivå, men kan begrense seg med tanke på ulike fabrikater av utstyr mm.

Det er ikke hensiktsmessig å gi losen ansvar for å lære opp navigatøren om riktig bruk av instrumenter om bord. Losen vil ikke kunne sette seg inn i alle ulike fabrikater og inneha nok kunnskap til å drive med utsjekk på det. Losen vil kunne operere utstyret på enkleste nivå for å gjennomføre et los oppdrag.

Når det gjelder deltakelse i internasjonalt samarbeid, og samarbeid med industri i Norge, så er Kystverket enig i at dette er svært viktig. Vi ønsker å fortsette og å styrke et slikt samarbeid.

4.4.11 Støtte arbeidet med å forbedre alarmsystemer på bro

Det er Sjøfartsdirektoratet som har det fulle sektoransvaret knyttet til utstyr om bord på skip, inklusiv alarmsystemer. Vi kan heller ikke se at antall alarmer er et resultat av noen av tjenestene som Kystverket leverer i dag. Kystverket har derfor ikke vurdert nærmere mulige løsninger rundt denne anbefalingen.

Kystverket mener derfor at det kan være mer hensiktsmessig om Sjøfartsdirektoratet vurderer en tettere dialog med seilende navigatører og leverandørindustrien om denne problemstillingen.

4.4.12 Medvirke til å redusere mengden administrativt arbeid for navigatører

Det er gjort en del, de senere årene, for å redusere byrdene på navigatør fra pålagt rapportering til myndigheter ved anløp til havn. Den nasjonale nettportalen «SafeSeaNet Norway (SSNN)», utgjør nå en felles kanal for slike meldinger til de fleste myndigheter og havner. SSNN er lagt opp slik, at det ikke er behov for å gjenta den samme informasjonen for hver myndighet det rapporteres til. Den utgjør en felles kanal samlet for alle myndigheter, og det er mulig å rapportere elektronisk fra rederiets IT-systemer.

Innføringen av «Europeisk Maritime Single Window (EMSW)» i 2025, vil bidra til en videre harmonisert rapportering for skip som går mellom europeiske havner. Det oppnås gjennom at landenes rapporteringsportaler får felles funksjoner, blir likere enn i dag, og at enda flere av rapporteringspliktene inkluderes i portalen.

I samarbeid med havnene, har Kystverket de senere årene prøvd ut utvidelser av SafeSeaNet, slik at skip kan bestille kaiplass og tjenester i havn samtidig med at myndighetsrapporteringen gjøres. Kystverket ser for seg å videreføre dette arbeidet også i fremtiden, og vurderer ikke EMSW som en hindring for dette.

Når det gjelder sikkerhetsinformasjon som navigatør behøver, slik som værmelding og navigasjonsvarsler, så er dette tilgjengelig i dag gjennom et sett av ulike kanaler og til dels gjennom eldre kommunikasjonssystemer. IMOs E-navigasjonsstrategi sikter blant annet på å modernisere kommunikasjon av slik informasjon til skip gjennom å digitalisere og overføre den digitalt til ECDIS om bord. Dette vil gjøre sikkerhetsinformasjon rikere og lettere tilgjengelig for navigatør.

Det er behov for å tilpasse dagens tjenester til E-navigasjon, både fra Kystverket og andre tjenesteleverandører, og å modernisere AIS-systemet til den nye VDES-standarden (VHF Data Exchange System) slik at det kan understøtte en del av den digitale kommunikasjonen. Kystverket har fremmet et forslag om at dette prioriteres i kommende NTP 2025-2036, basert på IMO og IHO sitt arbeid med å tilpasse standard og regelverk for ECDIS frem mot 2030. Virkningen antas å komme gradvis fra 2030, ut fra tidsplanen for når skipene forventes å ta i bruk E-navigasjon.

4.4.13 Redusere sårbarheten og øke beredskapskapasitet innen cyberhendelser

I 2022 gav Nærings og fiskeridepartementet Sjøfartsdirektoratet og Kystverket i oppdrag å gjennomføre den foreslåtte strategien for maritim digital sikkerhet. Strategien inkluderer opprettelse av et eget sektorresponsmiljø for maritim sektor (SRM). Dette er nå under etablering og ventes å komme i gang tidlig i 2024, og deretter å øke sin evne over tid. Videre vil NIS-direktivet gjennom lov om IKT sikkerhet ytterligere utvide- og styrke det forebyggende arbeidet i maritim digital sikkerhet.

Strategimålene omhandler sikker og tillitvekkende digitalisering i maritim sektor, sikker digital infrastruktur, samarbeid og erfaringsutveksling, evne til å oppdage og håndtere digitale angrep, egeevne hos virksomhetene, samt kompetanse. Etableringen av SRM er sentralt for flere av disse målene.

Når det gjelder målene innenfor Kystverkets sektoransvar, slik som infrastruktur og digitale tjenester til skip, inneholder strategien tiltak rettet mot at Norge skal delta i digitaliseringen av sjøsikkerhets- og informasjonstjenester til skip gjennom IMOs E-navigasjonskonsept. Videre sier den at Norge skal bidra generelt i utvikling av sikrere maritime kommunikasjons og navigasjonssystemer, og å styrke evnen nasjonalt for å oppdage og varsle om avvik i digitale navigasjons og trafikkovervåkingssystemer.

Når det gjelder DNVs anbefalinger om å behandle cyberhendelser tilsvarende som for sjøsikkerhetshendelser, inkludert forebygging, så må det sies at i den grad cyberhendelser viser seg å bli årsak til sjøulykker, så vil disse inkluderes i dagens regime for assistanse, rapportering og læring. Etableringen av SRM ventes å bidra betydelig til den digital-faglige siden av dette. Den legger opp til å følge retningslinjene som NSMs «Grunnprinsipper for IKT-sikkerhet» tillegger et SRM. Dette inkluderer kompetanse, trusselvurdering, risiko og sårbarhetsanalyser, deteksjonsevne, varslingsregime, beredskapsplaner, informasjonsdeling, erfaringsutveksling og læring. Alt på sektornivå.

Når det gjelder et helhetlig digitalt system for oppfølging og overvåkning, så tar Kystverket sikte på å etablere digital støtte for SRM gjennom AURORA-systemet. Dette er under etablering i Kystverket for havnesikring, og er et helhetlig system for å systematisere blant annet risiko og sårbarhetsanalyser på virksomhetsnivå, det vil si hos rederier og havner.

Når det gjelder en synliggjøring av behovet for forebyggende sikringstiltak og responsmiljø innen det maritime, så mener Kystverket at dette ivaretas gjennom ulike tiltak i strategien for maritim digital sikkerhet inkludert som en del av etableringen av SRM.

4.4.14 Etablere veileder for beregning av sikkerhetsavstander mellom skipstrafikk og fornybar energiproduksjon

Kystverket har de senere år arbeidet med utredning av utvalgte områder for fornybar energiproduksjon til havs. Kystverket har i denne sammenheng, alltid brukt rådende retningslinjer fra IMO for dimensjonering av buffersoner rundt havvindparker. Slik Kystverket har oppfattet arbeidet med vindparker i andre land, deriblant Danmark og Nederland, så

brukes de samme retningslinjer der også. Det er noe ulik praksis i hvordan driftsfasen av en havvindpark organiseres, med tanke på fartøyer i transitt gjennom parkene i de ulike land.

Kystverket deltar i arbeidet med strategisk konsept utredning (SKU) rundt virkninger for skipsfarten for de 20 områdene som til nå er kartlagt vurdert til bruk av fornybar energiproduksjon. Kystverket har som målsetning at en gjennom dette arbeidet kan definere mer presist hvilke regler som skal gjelde for fartøyer som ønsker å bevege seg gjennom en havvindpark. Kystverket deltar også i pågående arbeid i IALA som berører samme tema. Problemstillingen er kompleks, siden de aller fleste havvindparker befinner seg utenfor 12nm av kysten. Dette sjøarealet er definert som internasjonalt farvann, og IMO definerer de generelle regler som gjelder for seilas av skip i dette farvannet, inkludert sjøveisreglene og rutetiltak.

Kystverket vil tilstrebe sterkt å følge de internasjonale regler som utarbeides, for å ha størst mulig gjensidig forståelse og risikonivå med andre land, relatert til havvindparker. Dette er også fordelaktig for de skip som seiler i internasjonal fart.

4.4.15 Risikoidentifisering og styring

I arbeidet med å identifisere og vurdere sjøsikkerhetstiltak, avdekket DNV enkelte områder knyttet til interne prosesser i Kystverket som de mente hadde et forbedringspotensial. Ettersom det ikke gikk på forhold knyttet direkte mot sjøsikkerhet, som analysen primært omhandler, har disse anbefalingene blitt levert separat fra selve leveransen knyttet til Sjøsikkerhetsanalysen 2022.

Kystverket tar disse anbefalingen med seg inn i etatens løpende prosesser med å videreutvikle og forbedre oss på alle relevante områder.

4.5 Andre vurderinger knyttet til sjøsikkerhetstiltak

4.5.1 Trender og utvikling

Trendanalysen peker på flere trender og forhold som kan påvirke sjøsikkerheten både positivt og negativt i årene som kommer. Rapporten omhandler blant annet avkarbonisering, teknologiutvikling/digitalisering, cyberrisiko, økt utnyttelse av havområder, og globale kriser. Oppsummert viser det at Norge som en stor havnasjon, og med en betydelig maritim industri, må ha en plan på de fremtidige utfordringene og mulighetene som dette innebærer, og gjennom samarbeid mellom myndigheter og næringen finne frem til gode løsninger. Kystverket vil være en viktig aktør i dette arbeidet, og det at andre typer tiltak enn de tradisjonelle også er aktuelt, vil innebære en stor grad av pilotering ettersom mange av løsningene må utvikles.

Flere av faktorene i Trendanalysen, peker på at en større overvåkning og kontroll av skipstrafikken kan bli nødvendig. Ikke bare ut fra et sjøsikkerhetsperspektiv, men også med tanke på arbeidet med avkarbonisering, automatisering/digitalisering og samfunnsikkerhetsmessige problemstillinger.

En økt overvåkning og kontroll av skipstrafikken krever forholdsvis store investeringer i infrastruktur på sensorsiden. Samtidig vil det være mulig å gjennomføre en økt overvåkning og kontroll av skipstrafikken gjennom større bruk av maskinlæring og algoritmer som automatisk detekterer avvik. Dette bør gjøre det mulig å gjennomføre en slik satsning med tilnærmet samme bemanning på personellsiden som i dag.

Ettersom overvåkning av skipstrafikk har samfunnsmessige nyttevirksomheter, også utenfor transportsektoren, må det reises spørsmål ved hvordan dette best kan organiseres uten å bygge opp parallelle kapasiteter. En mer koordinert utbygging av overvåkningskapasiteter, vil

bidra til å gi en økt samfunnsøkonomisk nytteverdi, men fordrer også at andre etater enn dem som i dag inngår i NTP-arbeidet involveres.

Når det gjelder cyberrisiko, og som er omtalt i Trendanalysen, vil Kystverket påpeke at det bør tas med i totalvurderingen at innføring av moderne digitale kommunikasjonssystemer gjennom E-navigasjon vil bidra til å styrke den digitale sikkerheten på skipene. Dette inngår i vurderingene som etaten har gjort i tilknytning til prioriteringsforslaget når det gjelder E-navigasjon i vårt innspill til NTP 2025-2036.

Kystverket vurderer også at det som angår «perfekte stormer» i Trendanalysen, er noe som krever økt oppmerksomhet. Begrepet «perfekte stormer» blir brukt om kjente mulige hendelser som kan ha store konsekvenser om det inntreffer, men samtidig har en lav sannsynlighet. For Norge, er det særlig den store økningen i cruisetrafikk som det må følges ekstra nøye med på.

Det vil ikke være mulig å dimensjonere en beredskap som tar høyde for et verstefallscenario med cruiseskip, og man bør derfor vurdere nøye tiltak som kan redusere muligheten ytterligere for at noe slikt skjer. Om verdensarvfjordene blir stengt for enkelte cruiseskip, vil en naturlig konsekvens være at de velger andre områder å seile til – områder som kanskje er mer krevende å seile i, og med en tilhørende høyere sannsynlighet for en ulykke. Da må det også vurderes nærmere behov for å innføre avbøtende tiltak som kan motvirke en eventuell risikoøkning.

Kystverket vil ta med oss sistnevnte vurderinger inn i arbeidet som Sjøfartsdirektoratet leder med handlingsplanen for nullvisjonen. I tillegg ser vi behovet for et fortsatt tett samarbeid med Sjøfartsdirektoratet, om ikke enda tettere, når det også gjelder andre forhold som omtales i Trendanalysen og resten av Sjøsikkerhetsanalysen 2022 ellers.

4.5.2 Enhetskostnader

DNV anbefalte at Kystverket viderefører arbeidet med modernisering og optimalisering av merkesystemet, og også å utvide virkeområdet til sjøtrafikksentraltjenesten. Det ble ikke gitt anbefalinger om endring av virkeområdet eller av hvilke fartøy som er omfattet i Losordningen, men bare visse optimaliseringer i gjennomføringen av tjenesten.

De viktigste virkemidlene er svært ulike når det gjelder hvilke skip og områder som omfattes samt kostnadsstruktur. Kystverket kan derfor se for seg å videreføre analysearbeidet som foreligger gjennom å anslå enhetskostnader for unngåtte ulykker for de ulike virkemidlene. Dette med sikte på å gjøre sjøsikkerhetsvirkningen mest mulig kosteffektiv.

Likevel er virkemidlene ulike i hvor virkningen skapes. Lostjenesten er, for eksempel, rettet spesielt mot de mest risikable skipene - de største, med mest last og flest passasjerer. Sjøtrafikksentraltjenesten er rettet mot de mest risikable områdene. Farledsutbygging og merkesystemet er rettet mot alle fartøy, og har fremkommelighetsvirkninger i tillegg til sjøsikkerhetsvirkninger. De vurderes også som særlig viktig av brukerne, og utgjør en reserve navigasjonsmetodikk for tilfeller der satellittnavigasjonssystemene skulle gå ut av drift.

Selv om Sjøsikkerhetsanalysen tar utgangspunkt i navigasjonsulykker, og verdsetter alle ulykker innenfor den kategorien likt, skal en likevel være varsom med å tillegge enhetskostnadene avgjørende betydning.

4.5.3 Virkningsberegninger (effekten av sjøsikkerhetstiltak)

I arbeidet med Sjøsikkerhetsanalysen 2022, og delrapporten «Risiko 2060», har Kystverket utviklet en metode og modell som ser på sannsynligheten for navigasjonsulykker, trafikkprognoser og effektene av tiltak (virkningsanalysen) sett i sammenheng. Det har gitt

oss et unikt nytt verktøy for relativt enkelt å få frem endringer i risikobildet når man gjør endringer i porteføljen av sjøsikkerhetstiltak, og til å dimensjonere det samlede behovet for sjøsikkerhetsvirkning fra Kystverket.

Basert på den store nytteeffekten vi har sett at et slikt verktøy gir i vurderings- og planleggingsarbeidet knyttet til sjøsikkerhet, så anbefaler Kystverket at det jobbes videre med forbedringer av verktøyet for at presisjonsnivået skal økes ytterligere.

Det er blant annet nevnt tidligere at kombinasjonseffekter i liten grad hensyntas i dag. Med dette menes at tiltak gjensidig kan påvirke hverandre slik et enkelteffekten for et tiltak enten øker eller minker. Dette er lite hensyntatt i dag ettersom det er effekten av et tiltak (uten justeringer) som inngår som verdi når denne sees i sammenheng med andre tiltak.

Andre områder som kan forbedres, er knyttet til å foreta en mer systematisk og periodevis oppdatering av effektene til tiltak – inklusivt tiltak som det ikke er beregnet noen effekt på i dag. Et slikt arbeide må også inkludere, i større grad enn i dag, tiltak som ligger utenfor Kystverkets sektoransvar og tiltak/faktorer som kan gi negativ sjøsikkerhetsvirkning.

Et område som Kystverket anbefaler at det ganske snart igangsettes et arbeid med, er knyttet til virkningsberegningen av sjøtrafikkssentraler. I Sjøsikkerhetsanalysen 2022 har vi kommet et godt skritt videre i arbeidet, men fremdeles mangler vi en «justeringsfaktor» som kan hensynta virkningen av sjøtrafikkssentraler sett i sammenheng med farvannets beskaffenhet, kompleksitet og fartøyssammensetning. Kystverket vurderer å ha nødvendig kompetanse til å foreta et slikt arbeid selv, med unntak av behov for noe konsulentbistand i tilknytning til kvalitetssikringsarbeidet.

4.5.4 Risikoanalyseverktøyet AISyRisk

AISyRISK ble utviklet i perioden 2017-2021, og er en stor forbedring av tidligere metodikk brukt i risikoanalysearbeid på makronivå. Før AISyRISK, var det svært tidkrevende og nærmest umulig å holde et oppdatert risikobilde.

I arbeidet med Sjøsikkerhetsanalysen 2022, var det innledningsvis bestemt å benytte det samme risikobildet som var lagt til grunn for Beredskapsanalysen 2022, og basert på risikoanalyseverktøyet AISyRISK. Det skulle dessverre bli vanskeligere enn vi hadde trodd, ettersom detaljeringsbehovet er mye større når man planlegger sjøsikkerhetstiltak enn hva som er nødvendig i arbeidet med den forebyggende beredskapen mot akutt forurensning. Derfor ble makromodellen, som AISyRISK er basert på, ikke tilstrekkelig for sjøsikkerhetsanalysearbeidet.

For Beredskapsanalysen 2022, er mangelen på større detaljeringsgrad, ikke vurdert til å ha gitt noen utslag på vurderingene. Dette fordi beredskapen planlegges for større beredskapsregioner, og fordi avvikene er systematiske. Beredskapsanalysen 2022, og prioriteringene der, er derfor vurdert til å fremdeles å stå seg godt.

For Sjøsikkerhetsanalysen 2022, ble det imidlertid nødvendig å basere vurderingene og anbefalingene på historisk hendelsesstatistikk fremfor beregningene til AISyRISK. Hovedgrunnen var at det enkelte steder ble avdekket en for stor variasjon mellom den geografiske plasseringen av faktiske hendelser sammenlignet med det som AISyRISK beregner. I tillegg ble det observert at AISyRISK overestimerer antall ulykker med større skip i noen områder, og underestimerer antall ulykker med mindre skip i andre områder. Disse avvikene var primært knyttet til grunnstøtingsulykker, og i indre farvann.

Selv om det ble utført mye testing før AISyRISK ble satt i drift, så er den praktiske bruken den beste testen. Basert på de siste funnene, så er det allerede igangsatt et forarbeide når det gjelder en videre utvikling av risikoanalyseverktøyet, og som blant annet kan bidra til et

økt detaljerings- og presisjonsnivå gjennom at AISyRISK kalibreres bedre enn i dag. Det vil også bli gjennomført en grundig sammenligningsstudie av AISyRisk med faktisk ulykkesstatistikk, og som vil inngå som et underlag til noen av de beslutningene som må tas i et videreutviklingsarbeid. Samlet kan dette bidra til å øke muligheten for at AISyRISK i større grad kan benyttes i arbeidet med sjøsikkerhetstiltak og ikke bare beredskapstiltak.

Kystverket vil avslutningsvis påpeke at selv avanserte risikomodeller aldri vil gjengi den virkelige verden med absolutt presisjon, og at det heller ikke er meningen. Behovene man har for risikoberegninger, og detaljeringsgraden for dette, vil også være forskjellig avhengig om det er beredskaps- eller sjøsikkerhetsmessige problemstillinger som skal vurderes.

Den nåværende versjonen av AISyRISK er den første versjonen av et verktøy for å holde et oppdatert risikobilde på en lite ressurskrevende måte. Det vil naturligvis alltid være rom for forbedringer, og Kystverket anbefaler at et forbedringsarbeid igangsettes om den økonomiske situasjonen tillater det.

4.5.5 Risikonivået og årsakene til ulykker

I kapitlene som omhandler risikonivået i norske farvann, og årsakene til ulykker, er det avslutningsvis også gitt en del vurderinger og anbefalinger med betydning for sjøsikkerheten og arbeidet med dette. I stedet for å gjenta alt, henvises det til kapittel 2.9 og 3.7 når det gjelder dette.

4.5.6 Tema som ikke er behandlet i Sjøsikkerhetsanalysen

Analysen har ikke inkludert styrket havovervåking. Dette skyldes at analysen har fokusert på navigasjonsulykker, og at analysen fra 2020, av nyttevirksomheter av å styrke havovervåkingen ved å bruke ikke-kooperative sensorer, tydet på at det vil bli liten virkning av havovervåkingen på denne typen ulykker.

Analysen har heller ikke inkludert autonome skip. Utviklingen av autonome skip kan mulig gi store sjøsikkerhetsvirkninger, men takten i innføring av skipsautonomi, og hvor stor sjøsikkerhetsvirkningen blir, er usikkert foreløpig. Antakeligvis vil virkningen komme langt frem i tid, og det er derfor mer hensiktsmessig å komme tilbake til dette i senere sjøsikkerhetsanalyser.

Endringer i lospliktreglene som er utredet i Losutredningen, er heller ikke inkludert i analysen. Disse endringene er beregnet, i Losutredningen, til å ha noe negativ sjøsikkerhetsvirkning om endringene besluttet gjennomført. Men som analysen «Risiko 2060» viser, vil dette kunne håndteres innenfor de igangsatte og vedtatte tiltak uten at dagens sjøsikkerhetsnivå samlet sett reduseres.

5 Konklusjon med forslag til prioriteringer

Arbeidet med Sjøsikkerhetsanalysen 2022 har oppdatert kunnskapsgrunnlaget som etaten trenger i det kontinuerlige arbeidet med å forbedre sjøsikkerheten i norske farvann.

Generelt viser Sjøsikkerhetsanalysen 2022 at sjøsikkerhetsnivået er høyt, og at det forventes en ytterligere nedgang i antall navigasjonsulykker i norske sjøområder med de allerede vedtatte tiltak. Imidlertid forutsetter dette, og viser viktigheten av, en opprettholdelse av dagens sjøsikkerhetstiltak gjennom vedlikehold og nødvendige fornyelser/oppgraderinger.

Mange av anbefalingene fra DNV, er basert på funn fra Interessentanalysen. Det er positivt, da det alltid vil være viktig for Kystverket å lytte til våre brukere når sjøsikkerhetstiltak skal utformes og prioriteres. Samtidig ser vi et behov for å gi seilende navigatører bedre informasjon om de funn om årsaker til ulykker som er avdekket i arbeidet med Sjøsikkerhetsanalysen 2022. Dette for at de kan ta det med seg i planleggingsarbeidet om bord, men også for å gi en bedre forståelse for noen av de prioriteringer som etaten muligens må gjøre i de nærmeste årene.

Sluttrapporten fra DNV med anbefalinger til Kystverket, gir anbefalinger om farledstiltak og navigasjonsinnretninger, overvåkning av sjøtrafikk, losing, digitale tjenester og Kystverkets samarbeid med eksterne. En god del av forslagene har en lav kostnad, eller er en naturlig videreutvikling av det som finansieres gjennom det ordinære driftsbudsjettet.

Når det gjelder utviklingen av nye sjøsikkerhetstiltak, eller forbedringer og utvidelser av eksisterende, så er større automatisert risikoovervåkning med ny teknologi, E-navigasjon, merketiltak og utvidelse av VTS tjenesteområder noen av anbefalingene som er omtalt.

Overvåkning og kontroll er viktig for å ha god kontroll med skipstrafikken, og viser seg å ha stor effekt på å avverge ulykker. Det samme gjelder ulike former for regulering av skipstrafikken (mer styring), for eksempel gjennom økt bruk av rutetiltak eller værbegrensninger. Begge typer tiltak bidrar positivt til å påvirke mange av de dominerende årsaksfaktorene til navigasjonsulykker. I tillegg, er dette sjøsikkerhetstiltak som brukerne rangerer høyt, eller ønsker mer av, i tilbakemeldingene fra interessentanalysen.

Trendanalysen peker, i tillegg, på mange andre faktorer som gjør at en større overvåkning og kontroll av skipstrafikken kan bli nødvendig. Ikke bare ut fra et sjøsikkerhetsperspektiv, men også med tanke på arbeidet med avkarbonisering, automatisering/digitalisering og samfunnsikkerhetsmessige problemstillinger

En økt overvåkning og kontroll av skipstrafikken krever forholdsvis store investeringer i infrastruktur på sensorsiden. Samtidig vil det være mulig å gjennomføre en økt overvåkning og kontroll av skipstrafikken gjennom større bruk av maskinlæring og algoritmer som automatisk detekterer avvik. Dette bør gjøre det mulig å gjennomføre en slik satsning med tilnærmet samme bemanning på personellsiden som i dag.

Overvåkning av skipstrafikk har mange samfunnsmessige nyttevirksomheter, også for andre etater enn de rent transportfaglige. Disse nyttevirksomhetene er ikke prissatt, og bør også tas med i kostnadsvurderingene. I tillegg, må det reises spørsmål ved hvordan dette best kan organiseres uten å bygge opp parallelle kapasiteter.

Oppsummert tilsier resultatene fra Sjøsikkerhetsanalysen 2022, at det ikke foreligger noe behov for å rasjonalisere bort noen av dagens sjøsikkerhetstiltak. Tvert imot, så synes det viktig å bygge videre på dagens sjøsikkerhetstiltak, og ha fokus på hvordan tiltakene kan

forbedres for å møte fremtidige utfordringer. I tillegg bør man også øke innsatsen på utviklingen av nye sjøsikkerhetstiltak, som i fremtiden muligens kan avløse/erstatte noen av dagens tiltak.

Basert på forutnevnte, og Sjøsikkerhetsanalysen 2022 i sin helhet, så anbefaler Kystverket å ha vedlikeholdet og nødvendige fornyelser av dagens sjøsikkerhetstjenester, inklusiv gjennomføringen av besluttede nye tiltak, som førsteprioritet. Øvrige prioriteringer, vil være dem som er gitt i etatens forslag til prioriteringer i NTP 2025-2036. Til slutt, vil vi også anbefale å prioritere arbeidet med «lavthengende frukter» som har kommet frem i arbeidet med analysen, så langt som det lar seg gjøre ressursmessig. Blant annet, å se nærmere på mulige regulatoriske tiltak i risikoutsatte områder.

Kystverket ser frem til det videre oppfølgingsarbeidet knyttet til de funn og anbefalinger som har kommet frem i arbeidet med Sjøsikkerhetsanalysen 2022. Det vil bidra til etatens måloppnåelse, og sørge for at et godt sjøsikkerhetsnivå kan ivaretas i overskuelig fremtid.



KYSTVERKET

<https://www.kystverket.no>

post@kystverket.no

Sentralbord: 07847

Postadresse: Kystverket, p.b. 1502, 6025 Ålesund

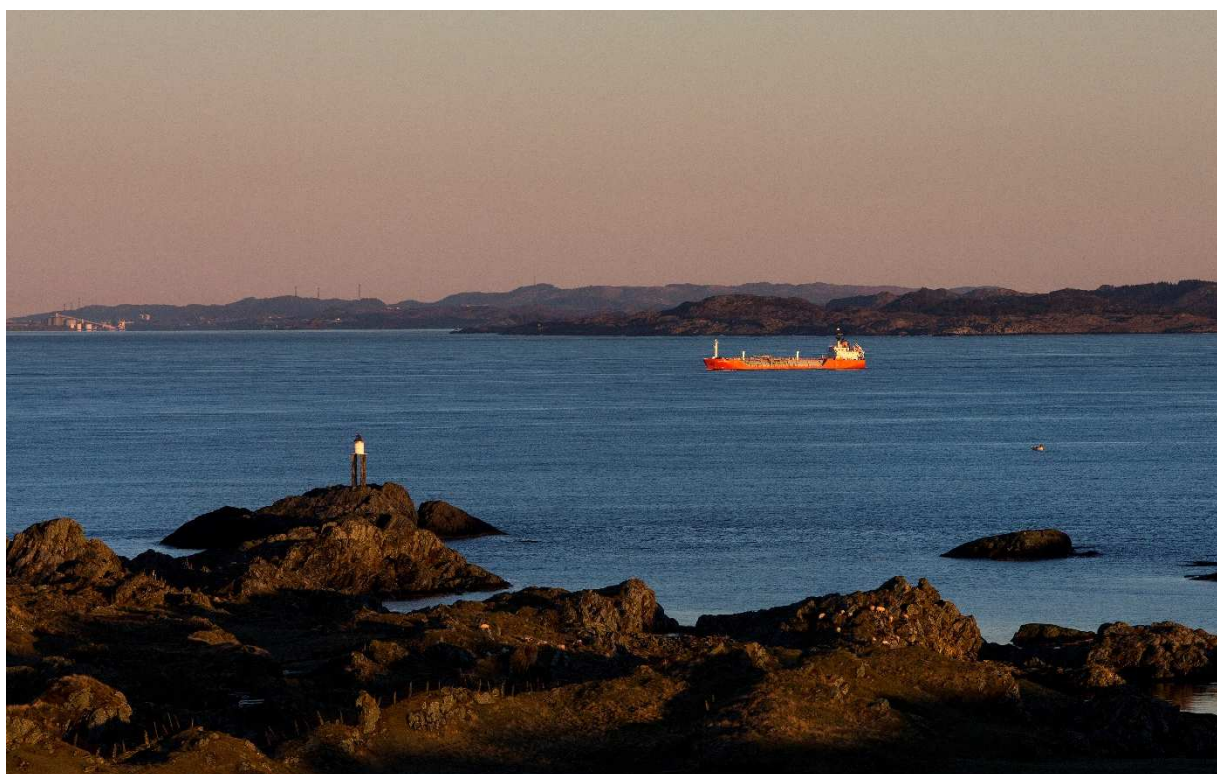
SJØSIKKERHETSANALYSEN 2022

Interessentanalyse for innspill til forebyggende sjøsikkerhetstiltak

Kystverket

Rapportnr.: 2022-1160, Rev. 0

Dato: 2023-10-25



Prosjektnavn: Sjøsikkerhetsanalysen 2022
Rapporttittel: Interessentanalyse for innspill til forebyggende sjøsikkerhetstiltak
Oppdragsgiver: Kystverket, Postboks 1502
6025 ÅLESUND
Kontaktperson: Trond Langemyr
Dato: 2023-10-25

Prosjektnr.: 10360876
Org. enhet: DNV Maritime Advisory
Rapportnr.: 2022-1160, Rev. 0

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er): Rammeavtale med Kystverket

Denne rapporten er en del av prosjektet «Sjøsikkerhetsanalysen 2022» og er utarbeidet for Kystverket. Formålet med Sjøsikkerhetsanalysen er å danne beslutningsgrunnlaget de kommende årene for dimensjonering av den forebyggende sjøsikkerheten og prioritering mellom ulike typer sjøsikkerhetstiltak i ulike geografiske områder.

Denne rapporten inneholder en sammenfatning av spørreundersøkelsen og resultatene som har kommet frem.

Utført av:

Verifisert av:

Godkjent av:

Remi Brensdal Pedersen
Konsulent

Georg Giskegjærde
Fungerende avdelingsleder

Peter Nyegaard Hoffmann
Avdelingsleder

Hans Jørgen Johnsrud
Sjefskonsulent

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV 2023. Alle rettigheter forbeholdes DNV. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning.

DNV distribusjon:

- ☒ ÅPEN. Fri distribusjon, intent og eksternt.
☐ INTERN. Fri distribusjon internt i DNV.
☐ KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste*
☐ HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

*Distribusjonsliste:

Nøkkelord:

Spørreundersøkelse, sjøsikkerhet, grunnstøting og kollisjon

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
A	2022-10-28	Draft	REMPED	GEOGIS/HAJOH	
B	2023-09-29	Draft	REMPED	HAJOH	
0	2023-10-25	Endelig versjon	REMPED	HAJOH	PHOFF

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG	3
2	INTRODUKSJON	6
2.1	Bakgrunn	6
2.2	Formål	6
2.3	Avgrensing av analysen	6
2.4	Forkortelser	7
3	METODISK TILNÆRMING	8
3.1	Målgruppe og valg av interessenter	8
3.2	Oppsett og gjennomføring av spørreskjemaet	8
3.3	Analyse og sammenligning av resultatene fra 2014	9
4	RESULTATENE FRA SPØRREUNDERSØKELSEN	10
4.1	Beskrivelse av respondentene	10
4.2	Ulykkesårsaker	14
4.3	Risikoreduserende tiltak	19
4.4	Forbedring av Kystverkets virkemidler	27
4.5	Nye risikoreduserende tiltak	30
4.6	Autonome skip	33
4.7	Nye energibærere	35
4.8	Prognoser for skipstrafikk mot 2040	38
5	SAMMENLIGNING MED INTERESSENTANALYSEN 2014	40
5.1	Grunnstøting (under motorkraft)	40
5.2	Kollisjon	40
6	REFERANSER	42

Vedlegg A Spørreskjema

Vedlegg B Korrelasjonsanalyse

1 SAMMENDRAG

Interessentanalysen har som hensikt å fornye forankringen hos interessenter om hva de mener er mest aktuelle årsaker til ulykker, samt få deres vurderinger rundt effekten og virkningen av dagens og fremtidige sjøsikkerhetstiltak. Gjennom bruk av spørreundersøkelse, er det identifisert hva brukerne av norske farvann opplever som størst risiko, og utfordringer.

Første del av rapporten beskriver den innledende kartleggingen av interessenter for prosjektet. Utgangspunktet for kartleggingen var å nå ut til personer som har seilt i norske farvann de siste fem årene, og andre respondenter med tilsvarende erfaring/kunnskap. Undersøkelsen ble derfor distribuert til personer med farledsbevis, brukere av portalen SafeSeaNet (SSN), samt lostjenesten. Det ble mottatt 698 svar. Dette er vesentlig høyere enn forrige undersøkelse som ble gjort i 2014, hvor det kun var 33 svar.

Resultatene og analyser fra spørreundersøkelsen er gjengitt i kapittel 4, som inkluderer en beskrivelse av interessentenes demografi, bakgrunn og faglig kompetanse, samt fartøygruppe og seilingsområde. Den største andelen av svar er fra vaktgående navigatører. Over 90% av interessentene i denne undersøkelsen har operasjonell erfaring, svarene dekker både de som seiler med fartøy over og under den generelle grensen for losplikt (70m). Hele 66% av respondentene har en total fartstid på mer enn 15år.

Ulykkesårsaker

Interessentene ble bedt om å vurdere ulike årsakers virkning på risikoen for henholdsvis kollisjon og grunnstøting under motorkraft. Rangeringen av årsakene viser at følgende tre årsaker oppleves som dominerende for kollisjonsulykker: *Redusert årvåkenhet, tretthet (fatigue)* og *mangelfull kommunikasjon*. For grunnstøtingsulykker var det følgende tre årsaker som oppleves som dominerende: *Tretthet (fatigue)*, *redusert årvåkenhet* og *feil/mangel på fremdriftssystem*.

Risikoreduserende tiltak

Interessentene ble bedt om å vurdere den risikoreduserende effekten for kollisjon og grunnstøting av Kystverkets eksisterende virkemidler, samt en annen gruppe tiltak som ble klassifisert som «andre tiltak».

Rangeringen viser at følgende tre av Kystverkets virkemidler ble vurdert til å ha størst risikoreduserende effekt for kollisjon: *Farledsutbedringer*, *Sjøtrafikksentral (VTS)*, og *Trafikkseparasjon (TSS)*. For grunnstøting under motorkraft ble følgende tre virkemidler vurdert til å ha størst risikoreduserende effekt: *Fyr/lykter (navigasjonsinnretninger med lys)*, *farledsutbedringer* og *sjømerker*.

Av «andre tiltak», ble følgende to tiltak vurdert til å ha størst risikoreduserende effekt for både kollisjon og grunnstøting under motorkraft: *At utkikk og navigatør er årvåken under seilasen* og *At navigatøren aktivt bruker instrumentene på bro (radar med ARPA og ECDIS med AIS)*. For henholdsvis kollisjon og grunnstøting under motorkraft var også følgende tiltak inne på topp-tre-listen: *Sjøveisreglene bestemmer hvordan skip skal seile for å unngå kollisjon* og *at sjøkartene inneholder nødvendig informasjon for sikker navigasjon*.

Interessentene ble også bedt om å vurdere den risikoreduserende effekten for drivende grunnstøting. Rangeringen viser at følgende tre tiltak ble vurdert til å ha størst risikoreduserende effekt: *Hyppigere og bedre opplæring/trening innen 'blackout recovery' prosedyrer (innen dieselelektriske systemer)*, *bedre kunnskap og forståelse av årsaker til blackout/motorhavari/tap av framdriftsmaskineri* og *forbedring av teknisk vedlikehold og tilstand (motor, tavle, generator og fremdriftsmaskineri)*.

Nye risikoreduserende tiltak

Interessentene ble utfordret til å komme med forslag på helt nye tiltak, eller endringer i eksisterende tiltak som kan redusere risikoen for kollisjon, grunnstøting under motorkraft og drivende grunnstøting. Tiltakene som ble foreslått handler i stor grad om ikke-tekniske faktorer som skal være med på å forbedre kommunikasjon og opplæring/trening, samt redusere stress og tretthet.

Forbedring av risikoreduserende tiltak

Interessentene ble bedt om å vurdere hvilken risikoreduserende effekt en forbedring av Kystverkets eksisterende virkemidler ville ha for henholdsvis kollisjon og grunnstøting under motorkraft. For både kollisjon og grunnstøting under motorkraft var det forbedring av følgende tre virkemidler som ble vurdert til å ha størst effekt: *Forbedre merking av skjær og andre farer, opprettholde og fornye eksisterende fyr/lykter langs norskekysten og øke innsatsen på å fjerne skjær og andre farer i ledene.*

Autonomi og nye energibærere

I undersøkelsen var det også en del som omhandlet autonomi. Her skulle interessentene vurdere påstander relatert til autonomi og sjøsikkerhet samt vurdere den risikoreduserende effekten til noen av Kystverkets eksisterende virkemidler. Resultatene her viser at en stor andel av respondentene er helt uenig eller delvis uenig i at økt bruk av autonome skip vil bidra til å bedre sjøsikkerheten.

Rangeringen av Kystverkets virkemidler viser at følgende tre virkemidler ble vurdert til å ha størst risikoreduserende effekt: Trafikkseparasjon (TSS), Sjøtrafikksentral (VTS) og (Slepebåtberedskap).

Interessentene ble også utfordret til å komme med sine tanker rundt utfordringene til autonome skip, samt komme med forslag på nye tiltak som kan ha en risikoreduserende effekt. Svarene indikerer en stor skepsis til flere aspekter rundt autonome skip, men samhandlingen mellom konvensjonelle fartøy og autonome skip virker å være den største bekymringen. At skipene ikke skal kunne delta i redningsoperasjoner er også noe interessentene ser negativt på.

Nye energibærere

Interessentene ble bedt om å vurdere to påstander relatert til nye energibærere. Interessentene i undersøkelsen er positive til nye energibærere, og en stor andel er delvis enig eller helt enig i at de føler seg trygg ombord, eller i farvann med skip som benytter seg av nye energibærere.

Interessentene ble også bedt om å vurdere den risikoreduserende effekten til noen av Kystverkets virkemidler for fartøy som benytter nye energibærere. Rangeringen viser at følgende tre av Kystverkets virkemidler ble vurdert til å ha størst risikoreduserende effekt: *Slepebåtberedskap, Trafikkseparasjon (TSS) og Nautisk informasjon (f.eks. farer, bunnforhold, anbefalte seilingsruter, strømforhold osv.).*

Når interessentene ble utfordret på å komme med forslag til nye tiltak, eller endringer i eksisterende tiltak som kan være med på å redusere risikoen for nye energibærere, svarte mange av interessentene at det blir viktig med god opplæring/trening, samt regelutvikling.

Prognoser for skipstrafikk mot 2040

Svarene indikerer at hovedutfordringene handler om ikke-tekniske faktorer, eksempelvis; stor arbeidsbelastning, mangel på kommunikasjon og dårlig kompetanse. Respondentene ser for seg en økning i skipsstørrelser og trafikken til sjøs. Det forventes også en teknologiutvikling framover sammen med den grønne omstillingen som skjer i næringen. Bekymringer som nevnes er flere administrative oppgaver på bro, samt økende press fra rederi på effektivitet og kostnadsreduksjon. Dette, i tillegg til færre folk ombord og økende arbeidspress på besetning, forventer respondentene at vil skape utfordringer for sjøsikkerheten og beredskapen i norske farvann.

Sammenligning med Interessentanalysen 2014

Resultatene fra denne interessentanalysen ble sammenlignet med resultatene fra interessentanalysen fra 2014. Områdene som ble sammenlignet var interessentens vurderinger av årsakene til kollisjon og grunnstøting under motorkraft, i tillegg til de risikoreduserende tiltakene.

Sammenligningen med Interessentanalysen fra 2014 viser at flere at årsakene som ble vurdert til å ha en stor virkning i 2014 fortsatt har en stor virkning i 2022. En gjennomgående faktor når man ser på årsakene som har blitt vurdert til å ha størst virkning er at de stort sett er tilknyttet *ikke-tekniske* faktorer.

For de risikoreduserende tiltakene var det også her flere av de samme tiltakene som blir vurdert til å ha høy risikoreduserende effekt. For kollisjon gjelder det blant annet *Trafikkseperasjon (TSS)* og *Sjøtrafikksentralene (VTS)*. For grunnstøting blir tiltak som *fyr/lykter* og *sjømerker* fortsatt vurdert til å ha en stor risikoreduserende effekt.

2 INTRODUKSJON

DNV har på vegne av Kystverket gjennomført en interessentanalyse for å kartlegge interessenters oppfatning om sjøsikkerheten i norske farvann. Analysen er gjennomført som en digital spørreundersøkelse. Det er hentet inn og analysert svar fra ulike interessentgrupper innen en rekke tematikker tilknyttet sjøsikkerhet.

Rapporten inngår som en del av prosjektet Sjøsikkerhetsanalysen 2022, som har fokus på den forebyggende sjøsikkerheten i norske farvann.

2.1 Bakgrunn

I 2014 utførte DNV «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» på oppdrag fra Kystverket. Sjøsikkerhetsanalysen 2014 utgjorde en viktig del av grunnlaget for stortingsmeldingen «På rett kurs - Forebyggende sjøsikkerhet og beredskap mot akutt forurensning» (Meld. St. 35 2015–2016) og inngår i dag i Kystverkets kunnskapsgrunnlag for sjøsikkerheten i norske farvann.

På grunn av den lange tiden som er gått siden «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» ble ferdigstilt og på grunn av behovet for gode forberedelser for arbeidet i Kystverket frem mot Nasjonal transportplan 2026-2037 er det behov for å **revidere** denne kunnskapen gjennom å revidere deler av analysen.

2.2 Formål

Formålet med analysen har vært å fornye forankringen hos interessenter om hva de mener er mest aktuelle årsaker til ulykker, samt få deres vurderinger rundt virkningen av dagens og fremtidige sjøsikkerhetstiltak. Gjennom å foreta en spørreundersøkelse skal det identifiseres hva brukerne av norske farvann opplever som størst risiko og utfordringer. Disse oppfatningene tolker vi ofte som risikopersepsjon, dvs. en subjektiv oppfatning av risiko, hva brukerne er tilbøyelig til å betrakte som trygt og utrygt.

Det er også foretatt en sammenligning med interessentanalysen fra 2014 for å identifisere eventuelle endringer i svarende. Selv om spørsmålene i 2022-analysen skiller seg noe fra den som ble gjort i 2014, er det allikevel mulig å gjøre noen generelle betraktninger for å se eventuelle endringer.

2.3 Avgrensning av analysen

Sjøsikkerhetsanalysen setter søkelys på den forebyggende sjøsikkerheten i norske farvann, det vil si forhold som kan forebygge at ulykker inntreffer. Analyseområdet omfatter alle norske farvann, inkludert Norges Økonomiske Sone (NØS), fiskevernsonen i havområdene utenfor Svalbard, samt fiskerisone ved Jan Mayen.

Sjøsikkerhetsanalysen har hovedfokus på navigasjonsulykker, det vil si ulykker som forårsakes av navigasjonsfeil som fører til grunnstøting eller kollisjon. Grunnstøting forstås her med enhver kontakt mellom fartøy og havbunn, mens kollisjon defineres som en hendelse der fartøyet kolliderer med et annet fartøy. Drivende grunnstøting er også inkludert i denne analysen. Kontaktulykker (mot kai, bro, drivende gjenstander, etc.) er ikke inkludert i navigasjonsulykker. Analysen vil omhandle næringsfartøy med transponder A (bærekraft), det vil si at fritidsfartøy og andre små fartøy ikke er del av analysen.

2.4 Forkortelser

AIS	Automatisk identifikasjonssystem (Automatic Identification System)
ARPA	Automatisk plottefunksjon av objekters fart og kurs på en radar (Automatic radar plotting aid)
ECDIS	geografisk informasjonssystem og elektronisk sjøkartsystem
EU	Den europeiske union (European Union)
GDPR	General data protection regulation
GPS	Global Positioning System
IMO	Den internasjonale sjøfartsorganisasjonen (International Maritime Organization)
LNG	Flytende naturgass (liquefied natural gas)
NIS	Norsk internasjonalt skipsregister
NTP	Nasjonal transportplan
NOR	Norsk ordinært skipsregister
SAR	Søk og redning (Search And Rescue)
SSN	SafeSeaNet
TSS	Trafikkseparasjonssystem (Traffic Separation Scheme)
VTs	Sjøtrafikksentraltjenesten (Vessel Traffic Service)

3 METODISK TILNÆRMING

3.1 Målgruppe og valg av interessenter

I spørreundersøkelsen (heretter referert til som undersøkelsen) er det personer som har seilt i norske farvann de siste fem årene som har vært målgruppen. Dette fordi det ønskes tilbakemelding fra de som jevnlig er brukere av farvannene, samt fange opp eventuelle endringer de siste årene.

Utvalget av interessenter er basert på en liste med e-postadresser til 5831 personer som enten innehar farledsbevis, er brukere av SSN eller har administrative stillinger. Forbindelsen mellom Kystverket og personene på utvalgslisten, er at alle farledsbevisene er utgitt av Kystverket for seilas i norske farvann. I tillegg er undersøkelsen distribuert via lostjenesten under losoppdrag som informerte om undersøkelsen til andre loser og navigatører. Selv om det er naturlig å tenke at det store flertallet av interessentene ville ha vaktgående navigatør som nåværende stilling, fikk interessentene mulighet til å kategorisere seg i følgende stillinger/roller:

- Vaktgående navigatør/broteam
- Rederikontor
- Havn
- Los
- Inspektør og nybygg
- Øvrige seilende besetning
- Skipsagent og Sikringsleder for havneanlegg
- Trafikkleder i sjøtrafikksentralen (VTS)

3.2 Oppsett og gjennomføring av spørreskjemaet

Undersøkelsen ble gjennomført som en nettbasert spørreskjemaundersøkelse med bruk av verktøyet Questback. Alle interessentene fikk tilsendt en invitasjon til å delta i undersøkelsen elektronisk (per e-post). Det ble utsendt to elektroniske påminnelser til dem som ikke hadde besvart undersøkelsen innen 2 uker, med en oppfordring om å besvare undersøkelsen. Undersøkelsen ble gjennomført i perioden 14. juli –21. august 2022.

Spørsmålene og påstandene ble utformet av DNV gjennom dialog med Kystverket. Spørreskjemaet ble i tillegg oversatt til engelsk for å favne flest mulig interessenter. Spørreskjemaet er i helhet gjengitt i Vedlegg A.

Undersøkelsen var en blanding av avkrysning og fritekstsvr. Den ble delt inn i følgende tre hovedområder

- Grunnstøting under motorkraft
- Drivende grunnstøting
- Kollisjon

Mot slutten av skjemaet ble det i tillegg lagt inn enkelte spørsmål om risiko knyttet til nye energibærere og autonome skip.

3.3 Analyse og sammenligning av resultatene fra 2014

3.3.1 Korrelasjonsanalyse

For å vurdere om det kunne være en sammenheng mellom interessentenes vurdering av årsakenes virkning på henholdsvis kollisjon og grunnstøting under motorkraft ble det gjennomført en korrelasjonsanalyse av hvor stor grad respondentene vurderer ulike årsaker likt innenfor hver Ulykkeskategoriene. Denne ble utført med Pearsons korrelasjonskoeffisient. Person korrelasjonskoeffisient er en enhetsfri verdi mellom -1 til +1, som uttrykker henholdsvis negativ og positiv korrelasjon. Verdien 0 angir ingen korrelasjon.

Pearson's korrelasjonskoeffisient er gitt ved:

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

Korrelasjon mellom størrelser tyder på samvariasjon, men trenger ikke bety at det er en årsakssammenheng mellom dem. I tillegg til å regne korrelasjonskoeffisienten ble det også gjennomført en kvalitativ vurdering av årsak/sammenheng mellom de korrelerte årsakene.

4 RESULTATENE FRA SPØRREUNDERSØKELSEN

I dette kapitlet er resultatene fra spørreundersøkelsen presentert. Det understrekes at resultatene er en fremstilling av respondentenes subjektive oppfatninger. Resultatene og funnene i denne analysen er dermed ikke Kystverkets eller DNVs meninger om risiko og effekten av tiltak. Kapitlet beskriver først interessentgruppene som har svart på spørreskjemaet. Deretter følger en presentasjon av svarene fra undersøkelsen.

4.1 Beskrivelse av respondentene

Det ble mottatt 698 svar, som gir en svarprosent på rundt 12 %. Det er ikke et mål i seg selv å ha høy svarprosent, men det vil bidra til å redusere sannsynlighet for eventuelle statistiske skjevheter i datasettet. Antall respondenter som svarte på denne undersøkelsen er vesentlig høyere enn forrige undersøkelse som ble gjort i 2014, hvor det kun var 33 svar. Man har derfor et mye bedre grunnlag for videre analyser i denne oppdateringen av sjøsikkerhetsanalysen.

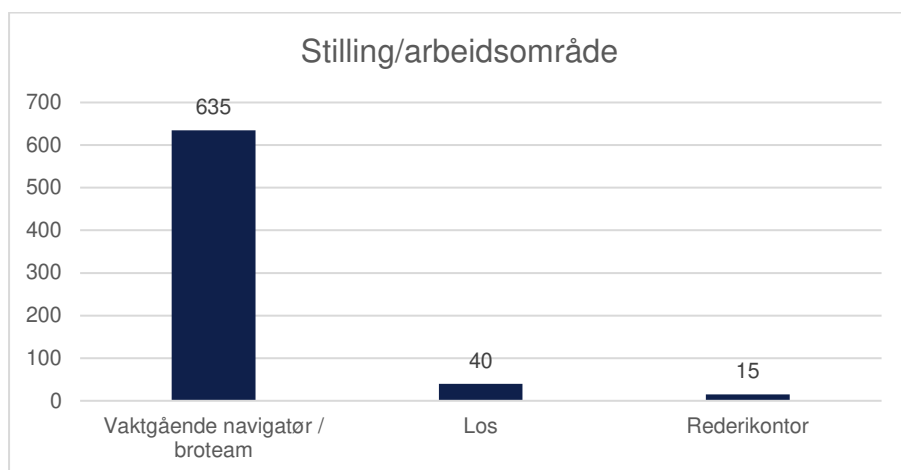
Som det kommer frem av de neste kapitlene er største andelen av svar fra vaktgående navigatører. Undersøkelsen har dermed truffet godt med tanke på at det var personer som har seilt i norske farvann de siste årene som var primære målgruppen.

Det ble også vurdert å distribuere undersøkelsen til navigatører som ikke innehar farledsbevis, eller som ikke trenger farledsbevis (som kommer utenfor losplikten), typisk for de som seiler fartøy med lengde under 70m. Vanskeligheter med å få en god oversikt over denne gruppen og personvernforordningen (GDPR) gjorde at man ikke gikk videre med dette. Det er allikevel gledelig å registrere at 33% av respondentene som svarte på undersøkelsen oppgav at de hovedsakelig seiler med fartøy lengde under 70m, som gjør at denne potensielle skjevheten blir mindre dominerende.

4.1.1 Bakgrunn og erfaring

I undersøkelsen ble interessentene først spurt om deres stilling/arbeidsområde. Fordelingen av de ulike interessentgruppene som har besvart viser at hele 690 av besvarelsene kommer fra enten vaktgående navigatører/broteam, los eller rederikontor.

Kun 8 besvarelser kom fra personer med bakgrunn eller rolle innenfor havn, inspektør og nybygg, skipsagent og sikringsleder for havneanlegg, trafikkleder i VTS og øvrige seilende besetning. På grunn av det lave antall svar fra disse gruppene, er de tatt ut av analysen av personvern hensyn for å unngå at svar ledes tilbake til enkeltpersoner. Det er derfor kun svarene fra de tre førstnevnte gruppene (vaktgående navigatører, los og rederikontor) som blir presentert og analysert videre i rapporten. Fordelingen av svar for de tre ulike stillingene/arbeidsområdene er presentert i Figur 1.

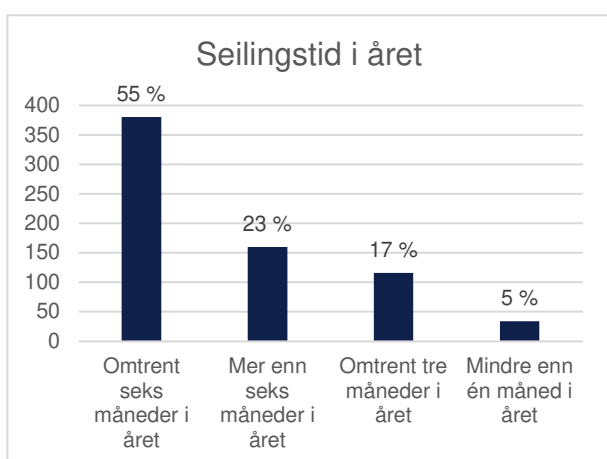


Figur 1 Antall respondenter, kategorisert etter stilling/arbeidsområde.

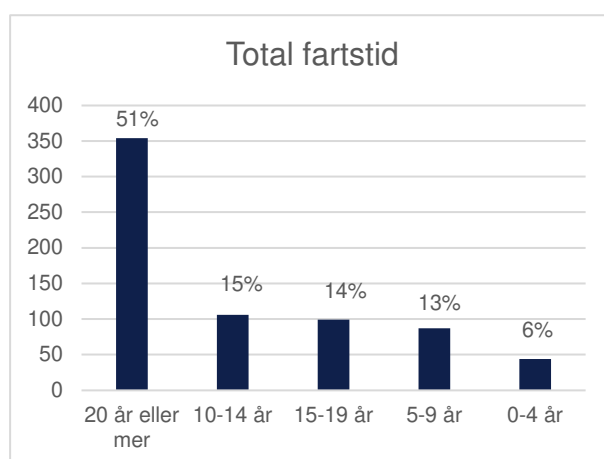
Som det kommer frem av Figur 1 kommer den største andelen av svar fra vaktgående navigatører (92%). Denne fordelingen er ikke overraskende da undersøkelsen hovedsakelig ble distribuert til personer med farledsbevis, samt lostjenesten. Undersøkelsen har dermed truffet godt med tanke på at det var personer som har seilt i norske farvann de siste årene som var primære målgruppen. Derimot er det rimelig å anta at navigatører uten farledsbevis, som stort sett seiler større fartøy til fjerne destinasjoner, med få anløp i Norge, er underrepresentert i undersøkelsen.

Det å få inn synspunkter fra los og andre interessenter tilknyttet bruk av farvannene har vært sekundære mål. Det var også som forventet at det ville komme inn vesentlig færre svar fra los ettersom undersøkelsen kun ble distribuert og informert om til los gjennom losoppdrag. I utgangspunkt har Kystverket allerede god innsikt i meninger til losere og VTS gjennom deres daglige virke i tjenesten. Det at vi allikevel har fått inn 40 respondenter fra lostjenesten er positivt for analysen og muliggjør en sammenligning av svar fra vaktgående navigatører mot svar gitt av los.

Interessentene ble også spurt om deres seilingstid per år og totale fartstid. Fordelingen er presentert i henholdsvis figur 2 og figur 3. Fordelingen viser at flertallet av interessentene som har svart på undersøkelsen har lang erfaring og seiler seks måneder i året eller mer, noe som gir et godt utgangspunkt for å besvare spørsmålene i undersøkelsen og vurdere sjøsikkerheten i norske farvann. 66% av respondentene har en total fartstid på mer enn 15 år, og kun 6% har en fartstid på mindre enn fem år.



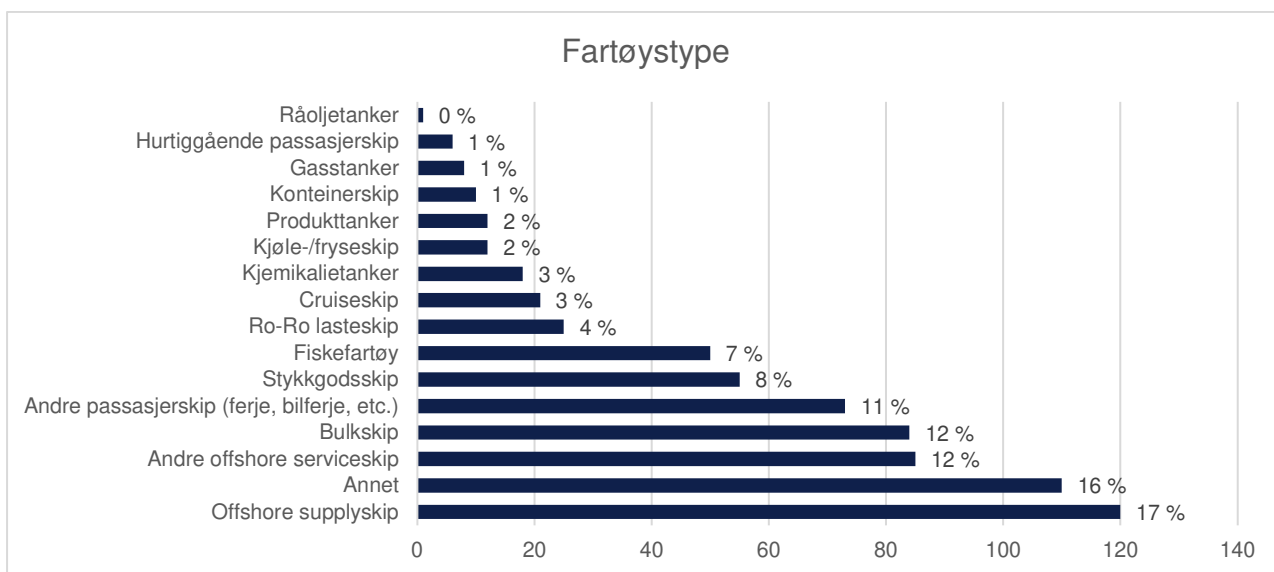
Figur 2 Respondentenes fordeling på seilingstid.



Figur 3 Respondentenes fordeling på fartstid.

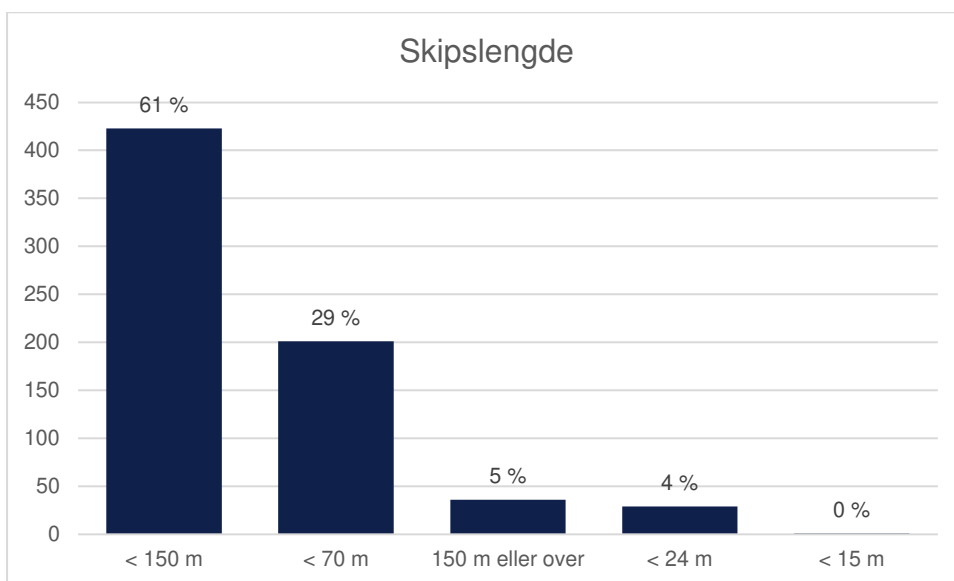
4.1.2 Fartøygruppene

Interessentene ble bedt om å angi hvilke fartøygrupper de har hatt mest tilknytning til de siste fem årene. Figur 4 viser fordelingen av fartøystyper. En hovedvekt av interessentene hadde tilknytning til offshore supplyskip, andre offshore serviceskip og bulkskip. Interessentene fikk også muligheten til å velge alternativet «annet» for å spesifisere skipstypen hvis den ikke var på listen. Interessentene som svarte «annet» seiler hovedsakelig på brønnbåter og slepebåter.



Figur 4 Respondentenes fordeling på fartøystype

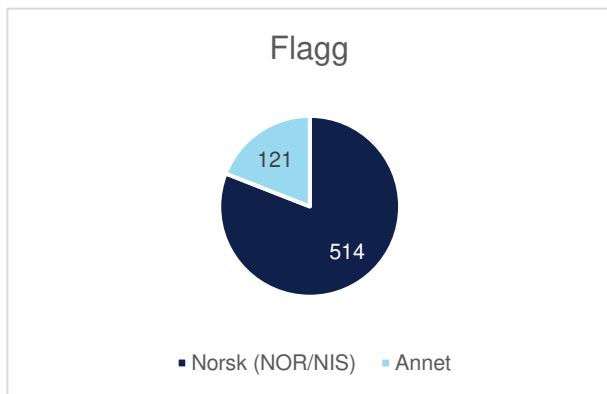
I tillegg til fartøystype, ble interessentene også spurt om tilsvarende skipslengdekategori. Figur 5 viser fordelingen av fartøygrupper. En hovedvekt av respondentene hadde tilknytning til skip med lengde mellom 70m og 150m (61%), mens den nest største andelen var under 70m (29%).



Figur 5 Respondentenes fordeling på skipslengde.

4.1.3 Flag og nasjonalitet

Figur 6 og Figur 7 viser henholdsvis hvilket flagg vaktgående navigatører/broteam har seilt under, og nasjonaliteten. Som ventet er største andelen av interessentene tilknyttet norsk flagg (NOR/NIS) og har norsk nasjonalitet.



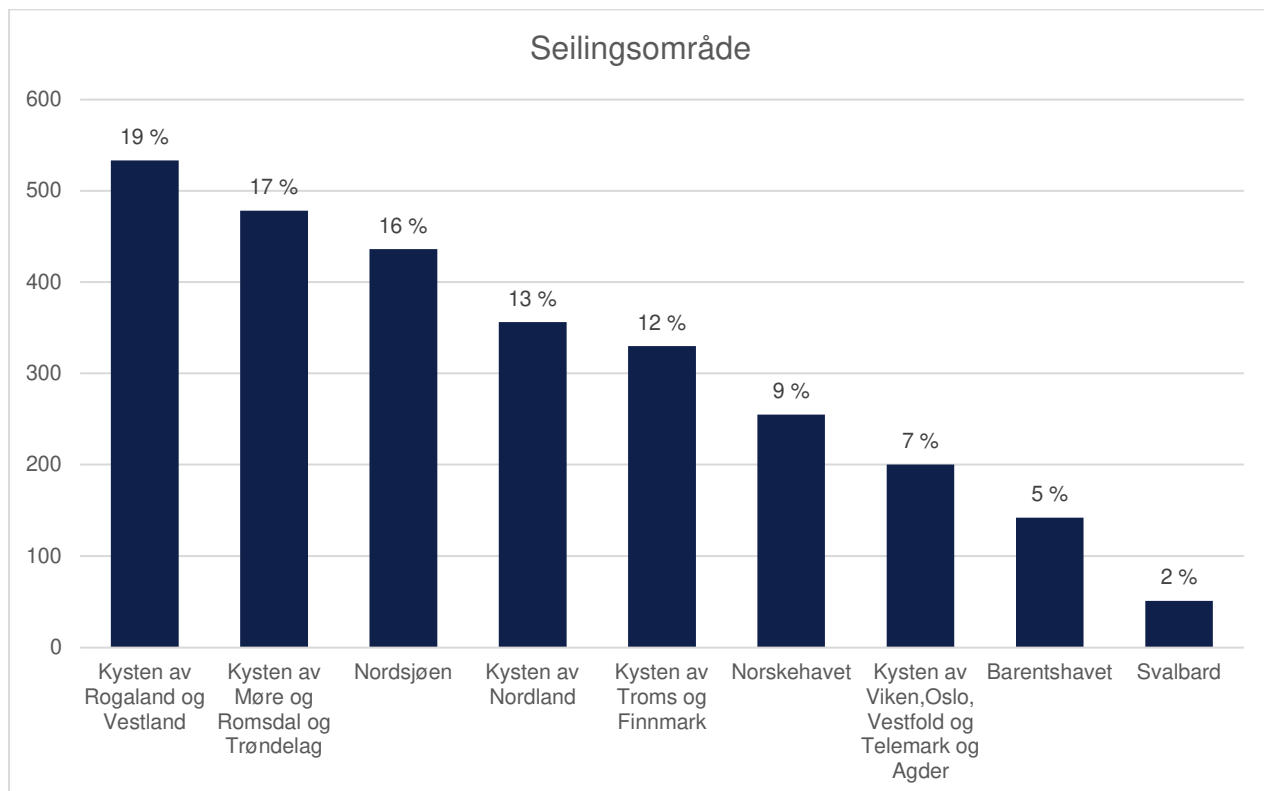
Figur 6 Respondentenes fordeling på flagg.



Figur 7 Respondentenes fordeling på nasjonalitet.

4.1.4 Seilingsområde

I undersøkelsen ble interessentene spurt om hvilket seilingsområde de hovedsakelig har erfaring fra de siste fem årene. Figur 8 viser fordelingen av seilingsområde. Hovedvekten av interessentene har seilt i områder langs vestkysten og nord-vest kysten av Norge, samt i Nordsjøen.



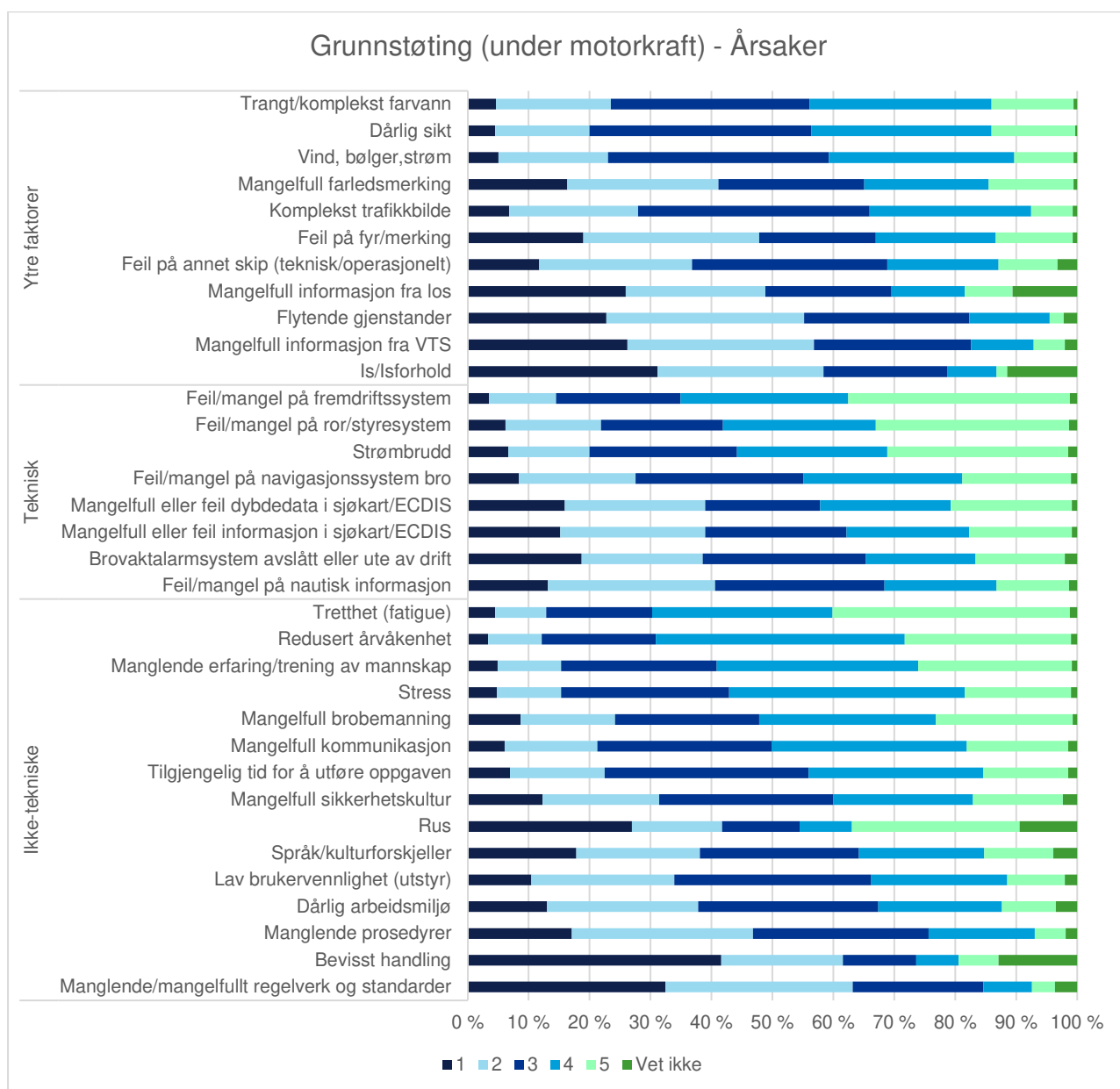
Figur 8 Respondentenes fordeling på seilingsområde.

4.2 Ulykkesårsaker

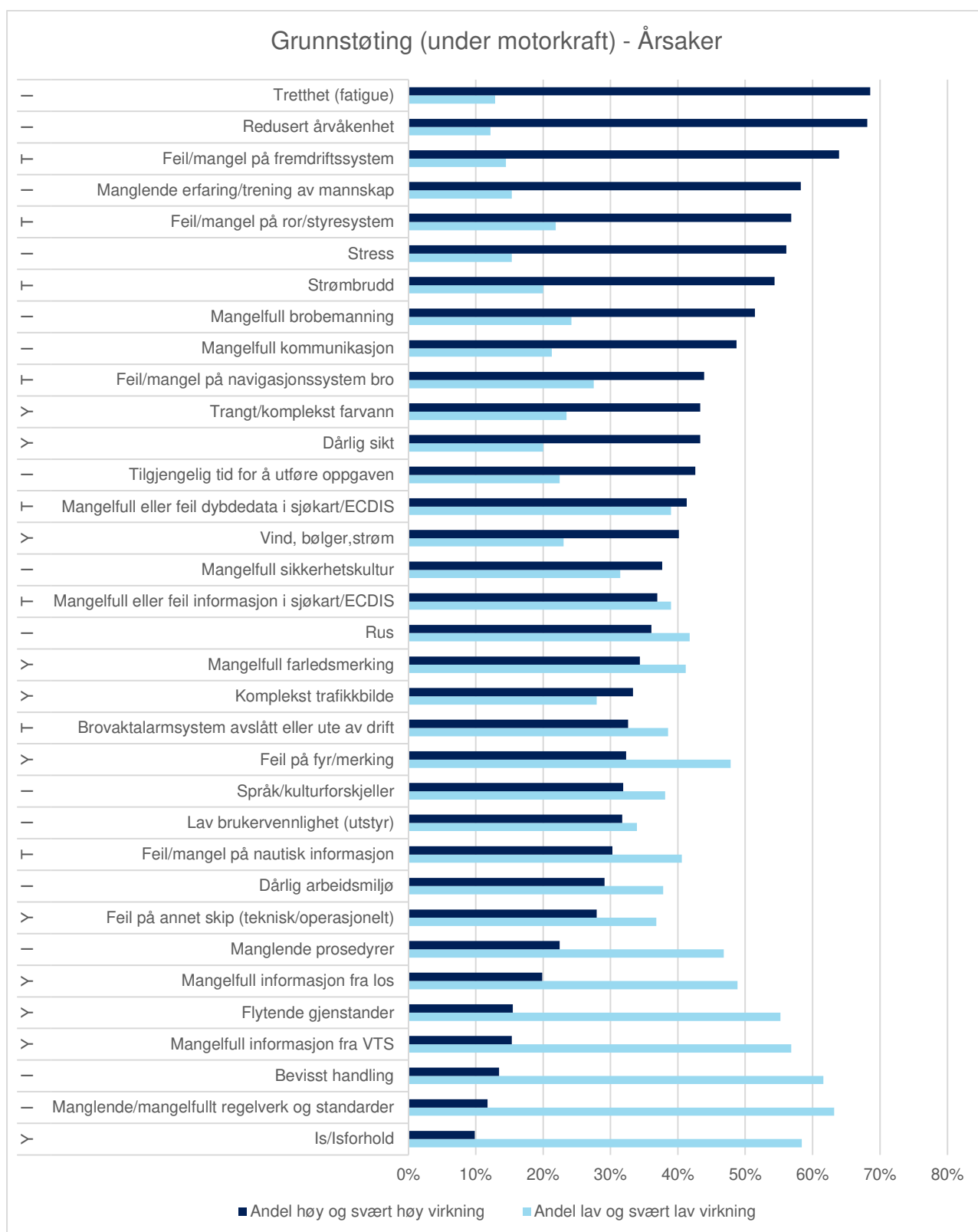
For å innspill til ulykkesårsaker i undersøkelsen ble interessenter spurt om å vurdere ulike årsakers virkning på risikoen for henholdsvis grunnstøting (under motorkraft) og kollisjon. Her ble interessentene vist en liste over ulike *tekniske, ikke-tekniske* og *ytre faktorer*, og ble deretter bedt om å vurdere dem på en skala fra 1 til 5, hvor 1 tilsvarer svært lav virkning og 5 tilsvarer svært høy virkning.

4.2.1 Årsaker til grunnstøting under motorkraft

Figur 9 viser hvordan respondentene har rangert sin oppfattelse av de ulike årsakenes virkning på risikoen for grunnstøting (under motorkraft). Figur 10 presenterer resultatene rangert etter hvilke årsaker respondenten mener har størst virkning. Resultatene viser at det er årsaker som *tretthet (fatigue)*, *redusert årvåkenhet* og *feil/mangel på fremdriftssystem* som blir vurdert som de årsakene med størst virkning på grunnstøting under motorkraft.



Figur 9 Respondentenes rangering av virkningen av ulike trusler på risikoen for grunnstøting under motorkraft. Virkningen er vurdert på en skala fra 1 til 5, hvor 1 tilsvarer svært lav virkning og 5 tilsvarer svært høy virkning.



Figur 10 Årsakene rangert etter størst virkning (I = Ikke tekniske, T = Tekniske, Y = Ytre faktorer). Andel høy og svært høy virkning er summen av 4 og 5, mens lav og svært lav virkning er summen av 1 og 2.

Noen av årsakene har en relativt lik fordeling av respondenter som vurderer den til å enten ha svært lav virkning eller svært høy virkning. Ser man på rus for eksempel, ser man at det er en svært jevn fordeling mellom respondenter som mener at rus har en svært lav virkning og de som mener at den har en svært høy virkning. Dette kan tyde på at denne årsaken har blitt tolket ulikt av interessentene, hvor noen har tolket rus til å ha en *potensiell* høy virkning på risikoen for kollisjon dersom en navigator seiler under påvirket tilstand, mens noen har tolket årsaken ut ifra hva som faktisk er situasjonen i dag, og dermed gitt den en lav virkning.

Samlet for alle stillingene (yrkene) er det totalt sett *tretthet(fatigue)* og *redusert årvåkenhet* som blir vurdert til å ha de største virkningene på risikoen for grunnstøting under motorkraft. For los derimot, er det *feil/mangel på fremdriftssystemer* som blir vurdert til å ha den største virkningen. Dette kan muligens forklares med at loser kun er med på deler av seilassen, og gjerne på de som da er mest krevende.

4.2.2 Korrelasjonsanalyse

For å undersøke nærmere om det kunne være en samvariasjon mellom de ulike årsakene, ble det gjennomført en korrelasjonsanalyse. Hele korrelasjonsanalysen er presentert i vedlegg B.

For grunnstøting under motorkraft var det følgende årsaker som fikk en r-verdi over 0,7:

- *Feil/mangel på fremdriftssystem og strømbrydd*
- *Feil/mangel på ror/styresystem og feil/mangel på fremdriftssystem*
- *Feil/mangel på navigasjonssystem bro og feil/mangel på ror/styresystem*
- *Mangelfull farledsmerking og feil på fyr/merking*

Årsakene som korrelerer med hverandre i denne listen er alle innenfor samme årsakskategori, og det er derfor ikke overraskende resultater. Årsakene er også relativt lik hverandre, eksempelvis *feil/mangel på ror/styresystem* og *feil/mangel på fremdriftssystem*. Dette er to tekniske årsaker som kan angå mye av det samme. Det samme ser vi når det gjelder *mangelfull farledsmerking* og *feil på fyr/merking*. To årsaker som i stor grad handler om det samme temaet, og som da er tolket relativt likt av respondentene.

4.2.3 Årsaker til kollisjon

Figur 11 viser hvordan interessentene har vurdert ulike årsakers virkning på risikoen for kollisjon. Årsakene er delt inn i *ytre faktorer*, *tekniske*- og *ikke-tekniske* årsaker. Figuren viser samlet resultat for alle fartøysgrupper og stillinger. Figur 12 viser årsakene rangert etter hvor mange som har vurdert dem enten til «høy eller svært høy virkning» eller «lav eller svært lav virkning». Resultatene viser at *redusert årvåkenhet*, *tretthet (fatigue)* og *mangelfull kommunikasjon* blir vurdert som de årsakene med størst virkning på risikoen for kollisjon.

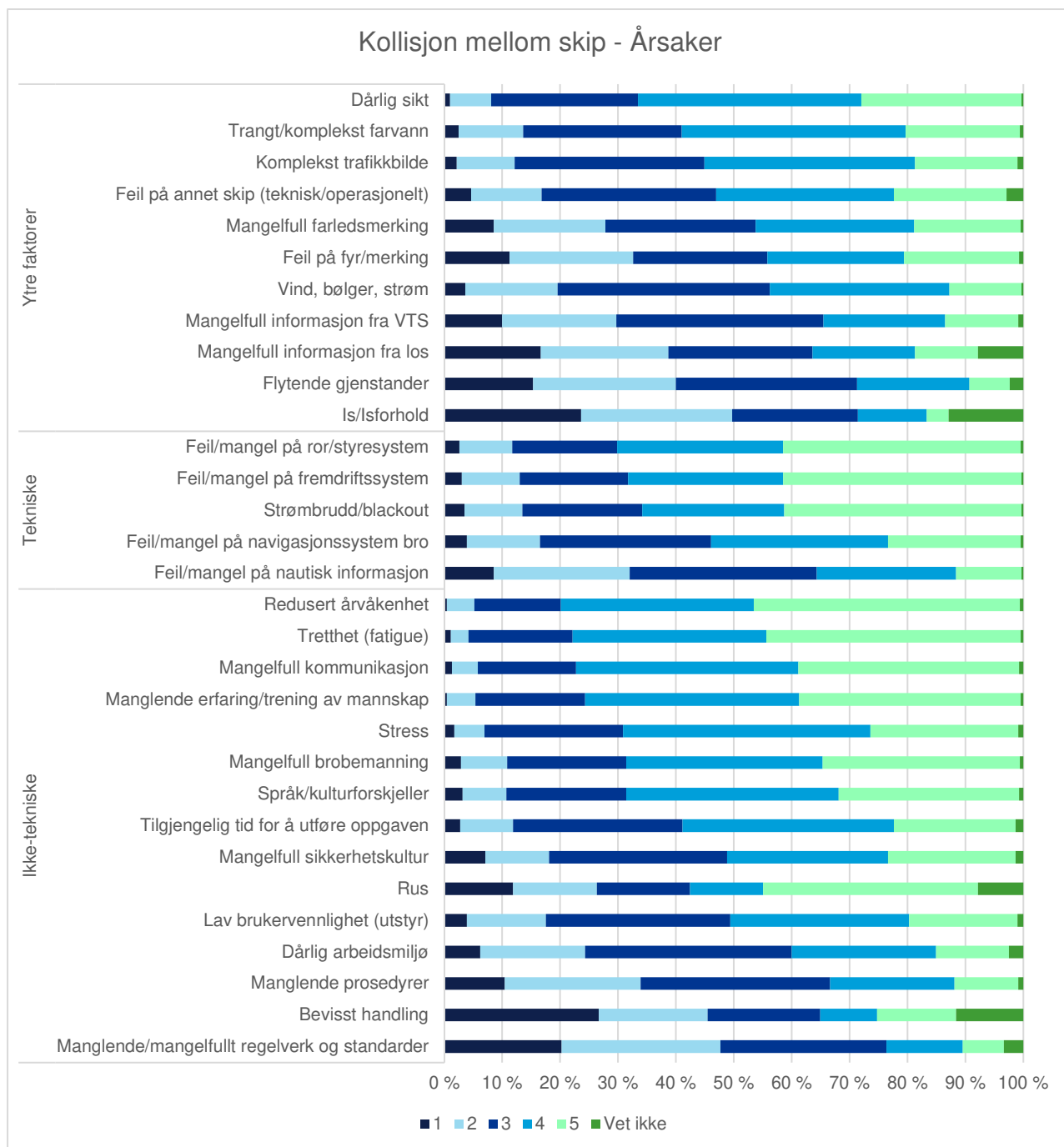
Redusert årvåkenhet er et veldig vidt begrep som kan påvirkes av flere av de andre årsakene som blant annet tretthet, stress og trangt/komplekst farvann. Som man kan se av figuren er dette også faktorer som rangeres høyt blant respondentene. Grunnen til dette kan være stor arbeidsbelastning i form av lange vakter og seilaser i mørke.

Av andre ytre faktorer som blir vurdert til å ha høy virkning på risikoen for kollisjon finner vi *feil på fyr/merking* og *trangt/komplekst farvann*. *Strømbrydd/blackout* og *feil/mangel på ror/fremdriftssystemer* er andre tekniske årsaker som blir vurdert til å ha høy virkning på kollisjonsrisikoen.

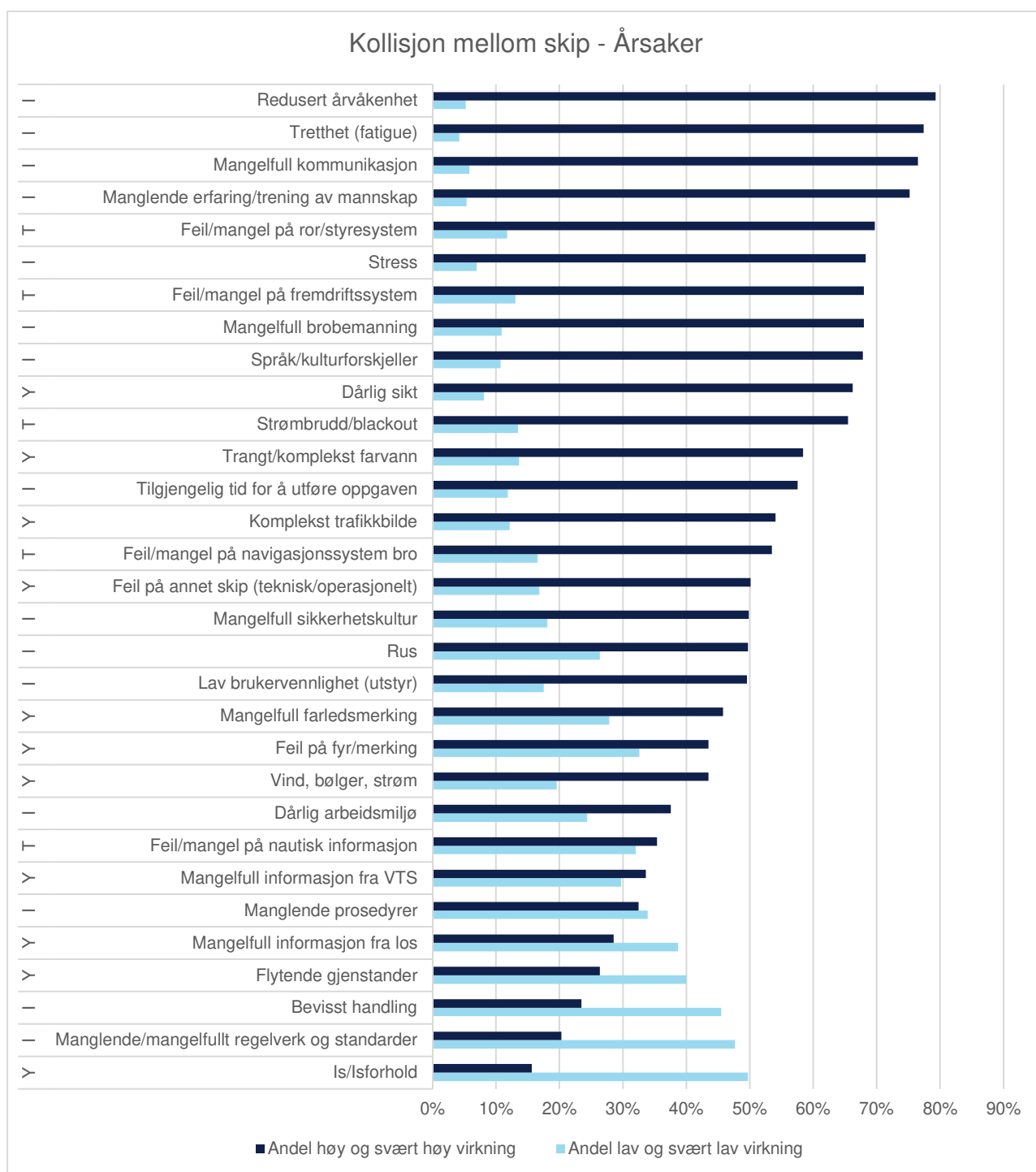
Årsaker som blir vurdert til å ha mindre påvirkning på risikoen for kollisjon er *is/isforhold*, *feil/mangel på nautisk informasjon* og *manglende/mangelfullt regelverk og standarder*. Dette kan med stor sannsynlighet forklares med at de fleste respondentene fra undersøkelsen seiler i områder langs vestkysten og i Nordsjøen.

Det er små eller ingen forskjeller på tvers av ulike stillingstyper om hvilke årsaker som har størst virkning på risiko. For ikke-tekniske årsaker er det *mangelfull kommunikasjon*, *tretthet (fatigue)*, *manglende erfaring/trening* og *redusert årvåkenhet* som blir vurdert som de fire årsakene med størst virkning. Respondentene fra lostjenesten vurderer for eksempel *manglende erfaring/trening* til å være en større en virkning enn hva rederikontor og vaktgående navigatører gjør.

For tekniske årsaker vurderer loser og vaktgående navigatører *feil/mangel på fremdriftssystemer* og *feil/mangel på ror/styresystem* som de to årsakene med størst virkning, mens rederikontor vurderer *strømbrydd/blackout* som den viktigste årsaken.



Figur 11 Respondentenes vurdering ulike årsakers virkning på risikoen for kollisjon (i % av totalt antall svar). Virkningen er vurdert på en skala fra 1 til 5, hvor 1 tilsvarer svært lav virkning og 5 tilsvarer svært høy virkning.



Figur 12 Årsakene rangert etter størst virkning (I = Ikke tekniske, T = Tekniske, Y = Ytre faktorer). Andel høy og svært høy virkning er summen av 4 og 5, mens lav og svært lav virkning er summen av 1 og 2.

4.2.4 Korrelasjonsanalyse

For å undersøke nærmere om det kunne være en samvariasjon mellom de ulike årsakene, ble det gjennomført en korrelasjonsanalyse. Hele korrelasjonsanalysen er presentert i vedlegg B.

For kollisjon var det følgende årsaker som fikk en r-verdi over 0,7:

- *Feil/mangel på fremdriftssystem og feil/mangel på ror/styresystem*
- *Feil/mangel på ror/styresystem og strømbrudd/blackout*
- *Feil/mangel på ror/styresystem og feil/mangel på fremdriftssystem*
- *Mangelfull farledsmerking og feil på fyr/merking*

Årsakene som korrelerer med hverandre i denne listen er alle innenfor samme årsakskategori, og det er derfor ikke overraskende resultater. Årsakene er også relativt lik hverandre, eksempelvis *feil/mangel på ror/styresystem* og *feil/mangel på fremdriftssystem*. Dette er to tekniske årsaker som angår mye av det samme. Det samme ser vi når det gjelder *mangelfull farledsmerking* og *feil på fyr/merking*. To årsaker som i stor grad handler om det samme temaet og som da er tolket relativt likt av respondentene.

4.3 Risikoreduserende tiltak

I dette delkapitlet presenteres resultatet av spørsmålene relatert til risikoreduserende tiltak mot kollisjon, grunnstøting under motorkraft og drivende grunnstøting. Interessentene ble spurt om å rangere effekten av tiltakene på en skal fra 1 til 5 hvor 1 tilsvarer svært lav effekt og 5 tilsvarer svært høy effekt.

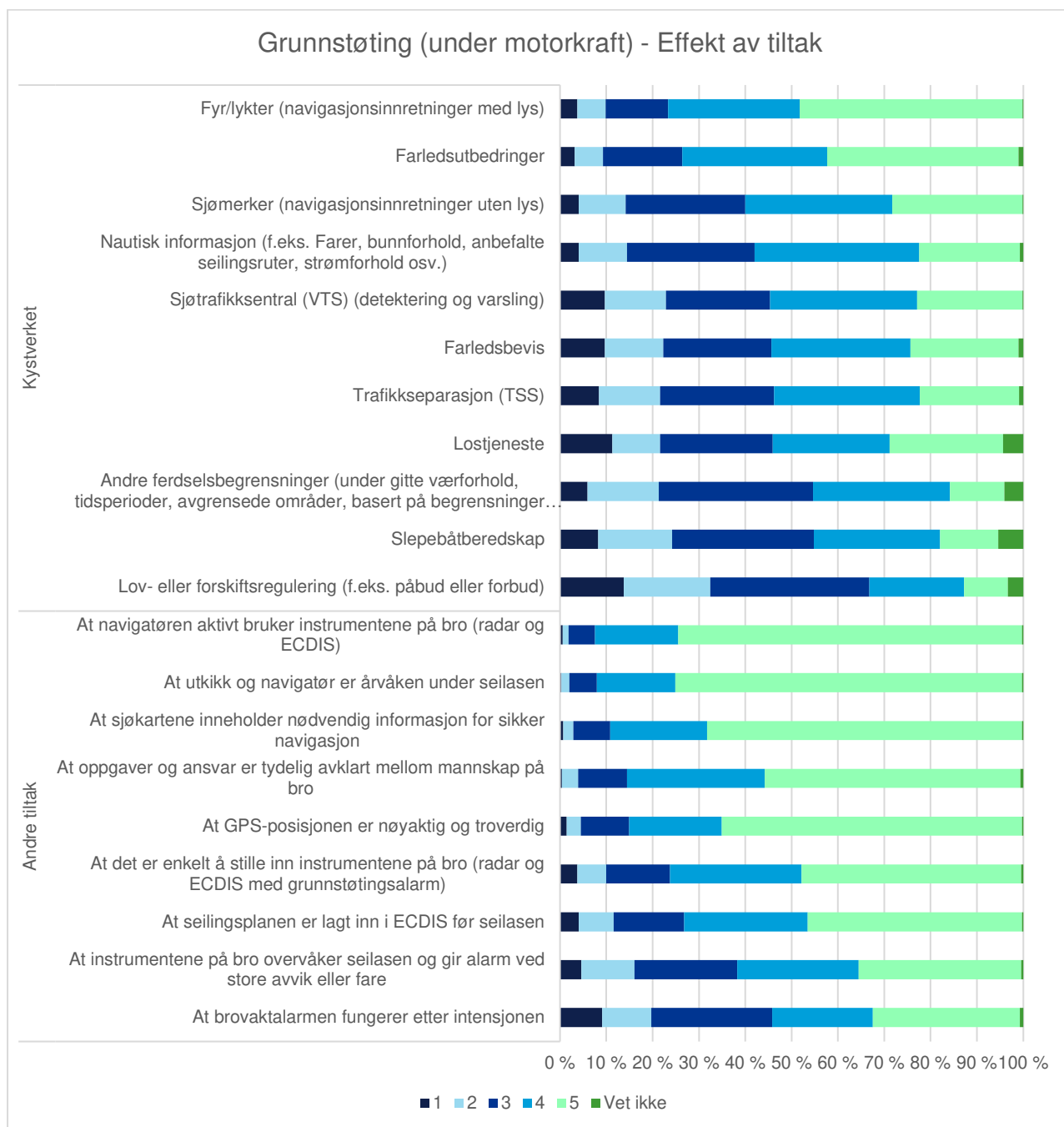
Tiltakene i undersøkelsen er gruppert i *kystverkets virkemidler* og *andre tiltak*. Kystverket bruker begrepet virkemiddel for de sjøsikkerhetstiltakene og tjenestene som inngår deres portefølje. Virkemiddel defineres som et tiltak som gir en virkning som endrer nytten for én eller flere grupper i samfunnet, eller for samfunnet samlet, som følge av tiltaket. Nyttvirkninger kan også betegnes som positive/negative virkninger, effekter, fordeler eller gevinster. For tiltak som ligger utenfor Kystverkets portefølje (eksempelvis IMO-krav, EU-krav, osv.) brukes bare «*andre tiltak*».

Eksisterende virkemidler mot kollisjon og grunnstøting som finnes i Kystverkets portefølje er listet under. Merk at vi har her brukt en mer overordnet kategorisering sammenlignet med Kystverkets detaljerte oversikt over virkemidler. Dette er gjort for å forenkle spørreundersøkelsen.

- Farledsbevis
- Lostjeneste
- Farledsutbedringer
- Fyr og lykter (navigasjonsinnretninger med lys)
- Sjømerker (navigasjonsinnretninger uten lys)
- Lov- eller forskriftsreguleringer (f.eks. påbud eller forbud)
- Nautisk informasjon (f.eks. farer, bunnforhold, anbefalte seilingsruter, strømforhold osv.)
- Sjøtrafikksentral (VTS)
- Trafikkseparasjon (TSS)
- Andre farledsutbedringer (under gitte værforhold, tidsperioder, avgrensede områder, basert på begrensninger i skipets dimensjoner, last, eller en kombinasjon av disse)

4.3.1 Effekt av risikoreduserende tiltak mot grunnstøting under motorkraft

Figur 13 viser respondentenes vurdering av den risikoreduserende effekten ulike tiltak har mot grunnstøting under motorkraft. Interessentene ble bedt om å vurdere både Kystverkets virkemidler og andre tiltak. Figur 14 viser tiltakene rangert etter hva respondentene mener har størst risikoreduserende effekt. Her går det frem at det er særlig navigasjonsinnretninger, farledsutbedringer og sjømerker som i snitt rangeres høyest av Kystverkets virkemidler. Av andre tiltak viser resultatene at interessentene mener de fleste tiltak har jevnt over høy og svært høy effekt. Tiltakene som går på riktig alarmer på instrumenter og brosystemer skårer i snitt lavest.



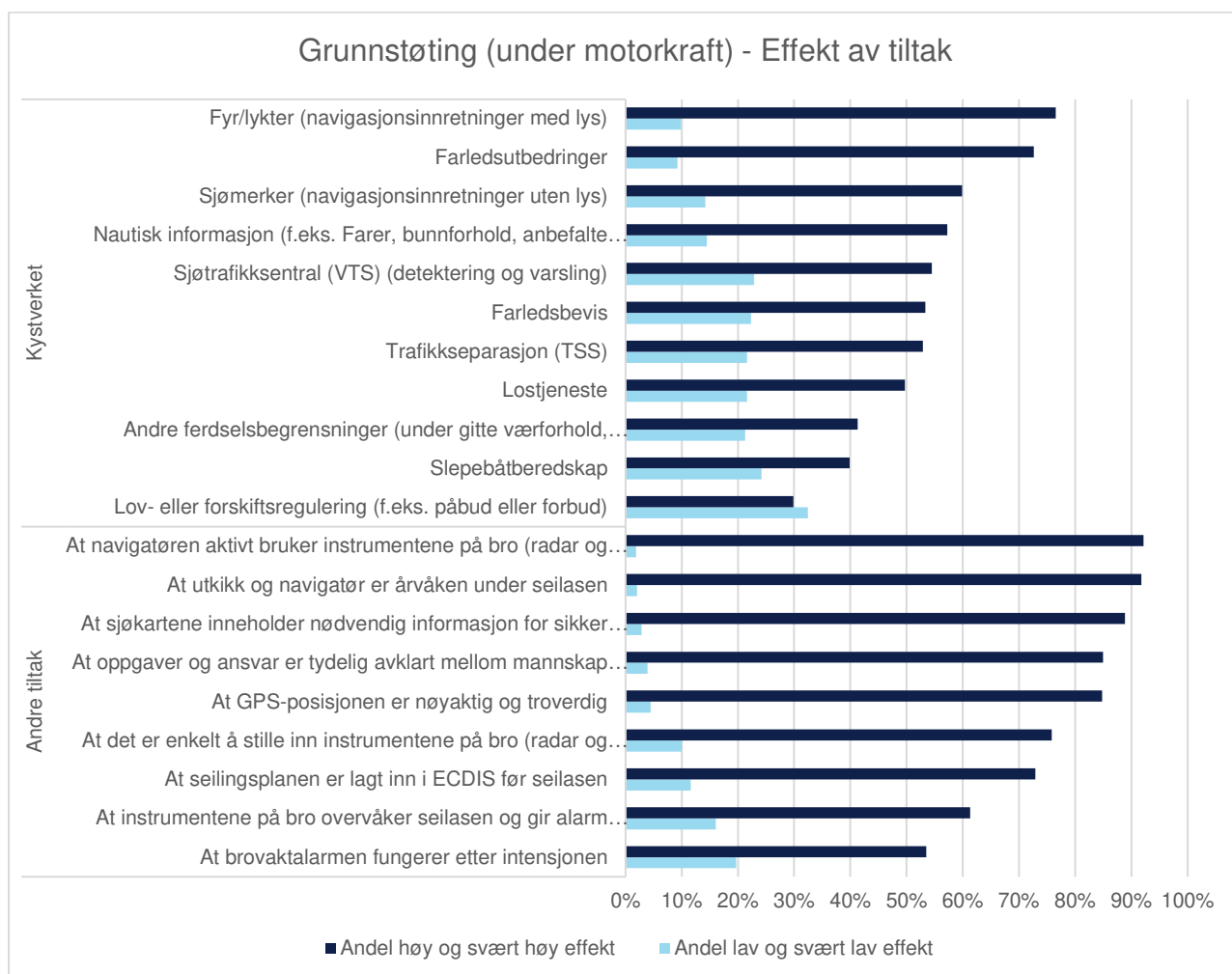
Figur 13 Interessentenes vurdering av risikoreduserende effekten av ulike tiltak for grunnstøting under motorkraft. Vurderingen av tiltakene gjøres på en skal fra 1 til 5 hvor 1 tilsvarer svært lav effekt og 5 tilsvarer svært høy effekt.

Av andre tiltak er det at navigatørene aktivt bruker instrumenter på bro, at utkikk og navigatører er årvåken under seilassen og at sjøkartene inneholder nødvendig informasjon for sikker navigasjon som blir vurdert som viktige risikoreduserende tiltak.

Tiltakene i kategorien *andre tiltak* skåres generelt sett høy. Respondentenes vurderinger er her ganske lik som den er for risikoreduserende tiltak for kollisjon (se 4.3.2). Tiltakene *at instrumentene på bro overvåker seilassen og gir alarm ved store avvik eller fare* og *at brovaktalarmen fungerer etter intensjonen* er også de to tiltakene som blir vurdert til å ha den laveste risikoreduserende effekten.

Rangeringen av tiltakene mot grunnstøting og kollisjon skårer jevnt over veldig likt, men hvor tiltakene for kollisjon skårer litt høyere. Det kan tyde på at interessentene mener virkemidlene til Kystverket dekker både grunnstøting og kollisjon.

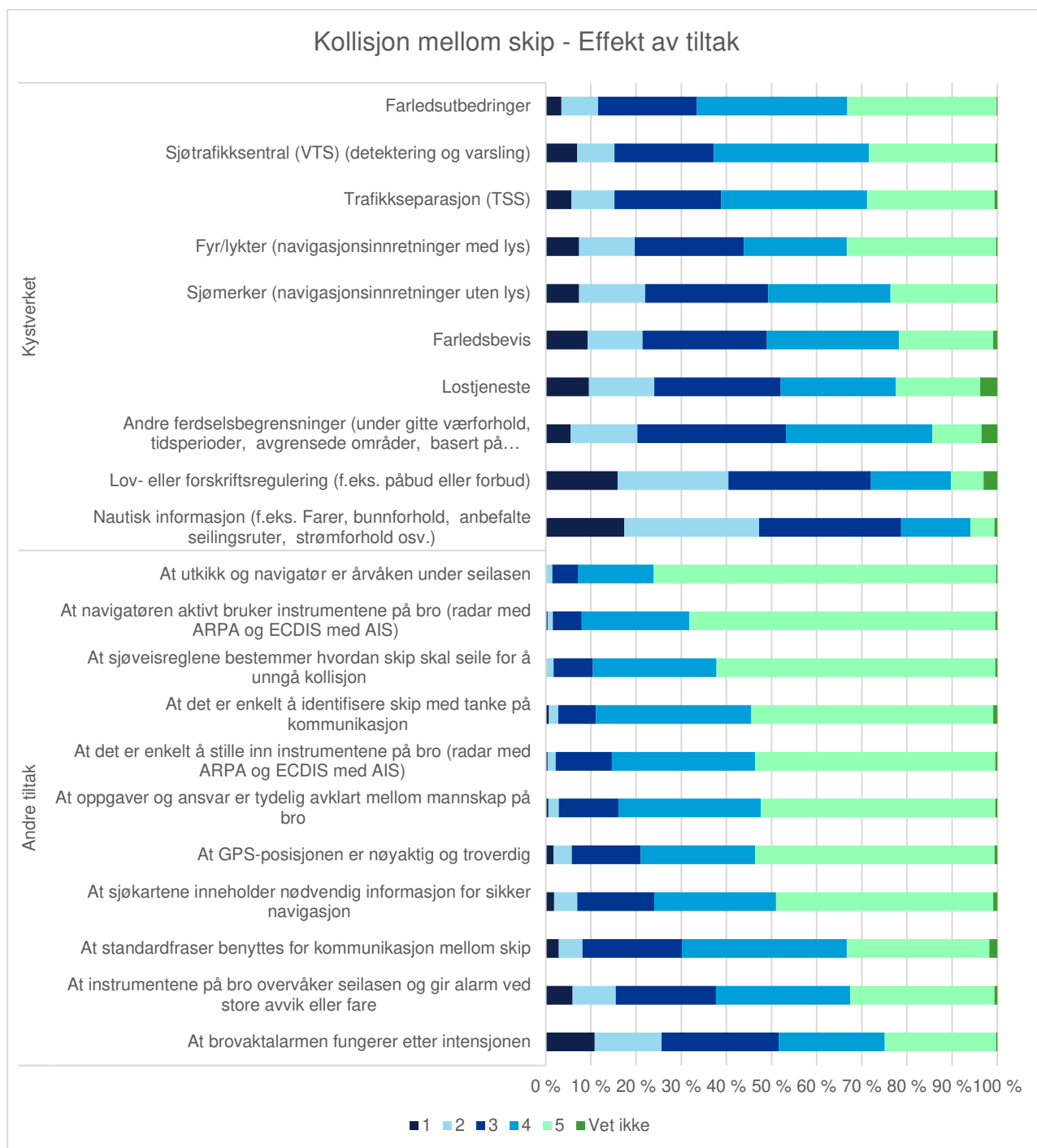
På tvers av stillingene er det stort sett gjort de samme vurderingene av hva som er det mest risikoreduserende tiltaket. *Fyr/lykter* og *farledsutbedringer* blir vurdert til å være blant de tre risikoreduserende tiltakene blant alle stillingsgruppene. Derimot mener respondenten fra lostjenesten at *lostjenesten* er det tiltaket med størst risikoreduserende effekt.



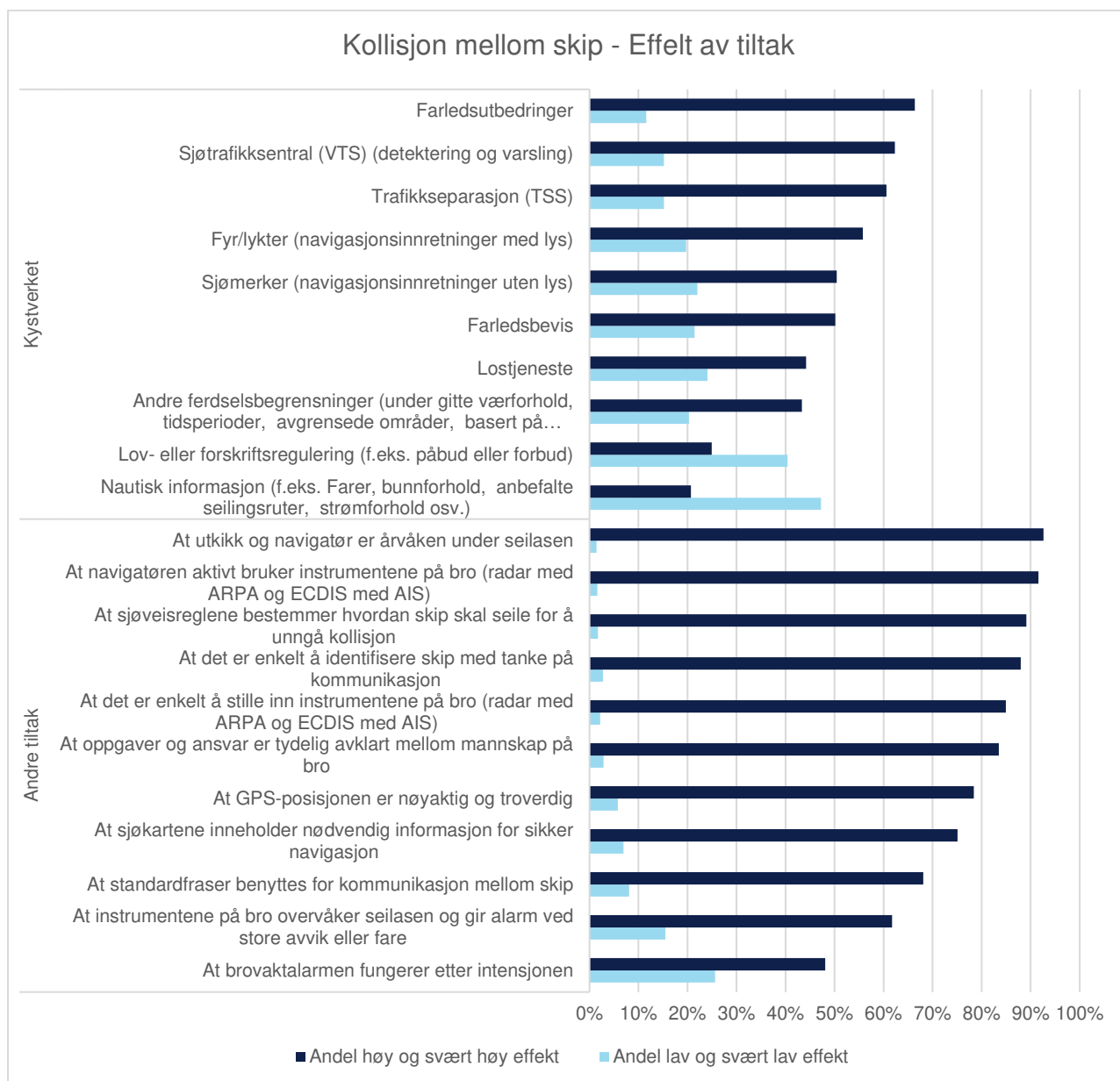
Figur 14 Tiltak rangert etter størst risikoreduserende effekt. Andel høy og svært høy virkning er summen av 4 og 5, mens lav og svært lav virkning er summen av 1 og 2.

4.3.2 Effekten av risikoreduserende tiltak mot kollisjon

Figur 15 viser respondentenes vurdering av den risikoreduserende effekten ulike tiltak har for kollisjon. Av Kystverkets virkemidler ble *farledsutbedringer*, *sjøtrafikksentral (VTS)* og *trafikkseparasjon (TSS)* vurdert som de tre tiltakene med størst risikoreduserende effekt. Det skal imidlertid nevnes at tiltakene til Kystverket jevnt over skårer bra, og det er lite som skiller de beste på rangeringen. Seks av Kystverkets virkemidler ble vurdert til å ha en høy eller svært høy effekt. Det må også nevnes at respondentene kan ha tolket farledsutbedringer til å inneholde merketiltak, selv om dette tiltaket var ment å gjelde endringer i farledens beskaffenhet (utdyping, mudring osv.), som vi kommer tilbake til litt senere.



Figur 15 Interessentenes vurdering av risikoreduserende effekten av ulike tiltak for kollisjon. Vurderingen av tiltakene ble gjort på en skal fra 1 til 5 hvor 1 tilsvarer svært lav effekt og 5 tilsvarer svært høy effekt.



Figur 16 Tiltak rangert etter størst risikoreduserende effekt. Andel høy og svært høy virkning er summen av 4 og 5, mens lav og svært lav virkning er summen av 1 og 2.

Tiltakene som skårer lavest, er *lov- eller forskriftsreguleringer* og *nautisk informasjon*. Dette samsvarer også med hvilke årsaker respondentene mente hadde lav virkning på kollisjon, hvor *feil på nautisk informasjon* og *lov- og forskriftsendringer* var blant årsakene respondentene mente hadde lavest virkning.

På tvers av alle stillingene er det et skille mellom hva vaktgående navigatører/broteam, rederikontor og loser mener er de mest risikoreduserende tiltakene. Her har navigatører og rederikontor den samme oppfatningen, og mener at *farledsutbedringer* og *sjøtrafikksentralen (VTS)* er de mest risikoreduserende tiltakene. Derimot mener loser at *lostjenesten* er det tiltaket med størst risikoreduserende effekt.

I kategorien «andre tiltak» er de fleste tiltakene vurdert til å ha høy eller svært høy risikoreduserende effekt på kollisjon. Dette gjelder for hele 9 av 11 tiltakene, hvor over 70% av interessentene vurderte tiltakene til å ha enten høy eller svært

høy effekt. Dette kan med høy sannsynlighet forklares med at flere av tiltakene er av en slik karakter at de anses som ganske «selvsagte» for å opprettholde en god sjøsikkerhet.

Ettersom alle tiltakene i denne kategorien har blitt vurdert til å ha en relativt høy risikoreduserende effekt kan det være mer interessant og se på de tiltakene som har en fått en lavere skåre i forhold til de andre. Her er det tre tiltak som skiller seg ut, og som jevnt over har blitt vurdert til å ha en lavere risikoreduserende effekt. Disse tiltakene er; *at brovaktalarmen fungerer etter intensjonen, at instrumentene på bro overvåker seilassen og gir alarm ved store avvik eller fare og at standardfraser benyttes for kommunikasjon mellom skip*. To av tiltakene, *at brovaktalarmen fungerer etter intensjonen og at instrumenter på bro overvåker seilassen og gir alarm* handler begge om instrumenter på broen som skal være med på å øke sikkerheten. For brovaktalarmen har over halvparten av interessentene vurdert dette tiltaket til å en nøytral eller lavere effekt på risikoen for kollisjon.

4.3.3 Risikoreduserende tiltak mot drivende grunnstøting

Interessentene ble bedt om å vurdere ulike tiltak som har en risikoreduserende effekt for drivende grunnstøting. Det må nevnes at årsakene til drivende fartøy oftest skyldes tekniske feil, og at de ikke nødvendigvis kan begrenses med Kystverkets virkemidler. Kystverkets virkemidler kommer hovedsakelig inn etter at fartøyet har begynt å drive.

Som det går frem i Figur 15 er de tre tiltakene som er vurdert til å ha størst risikoreduserende effekt:

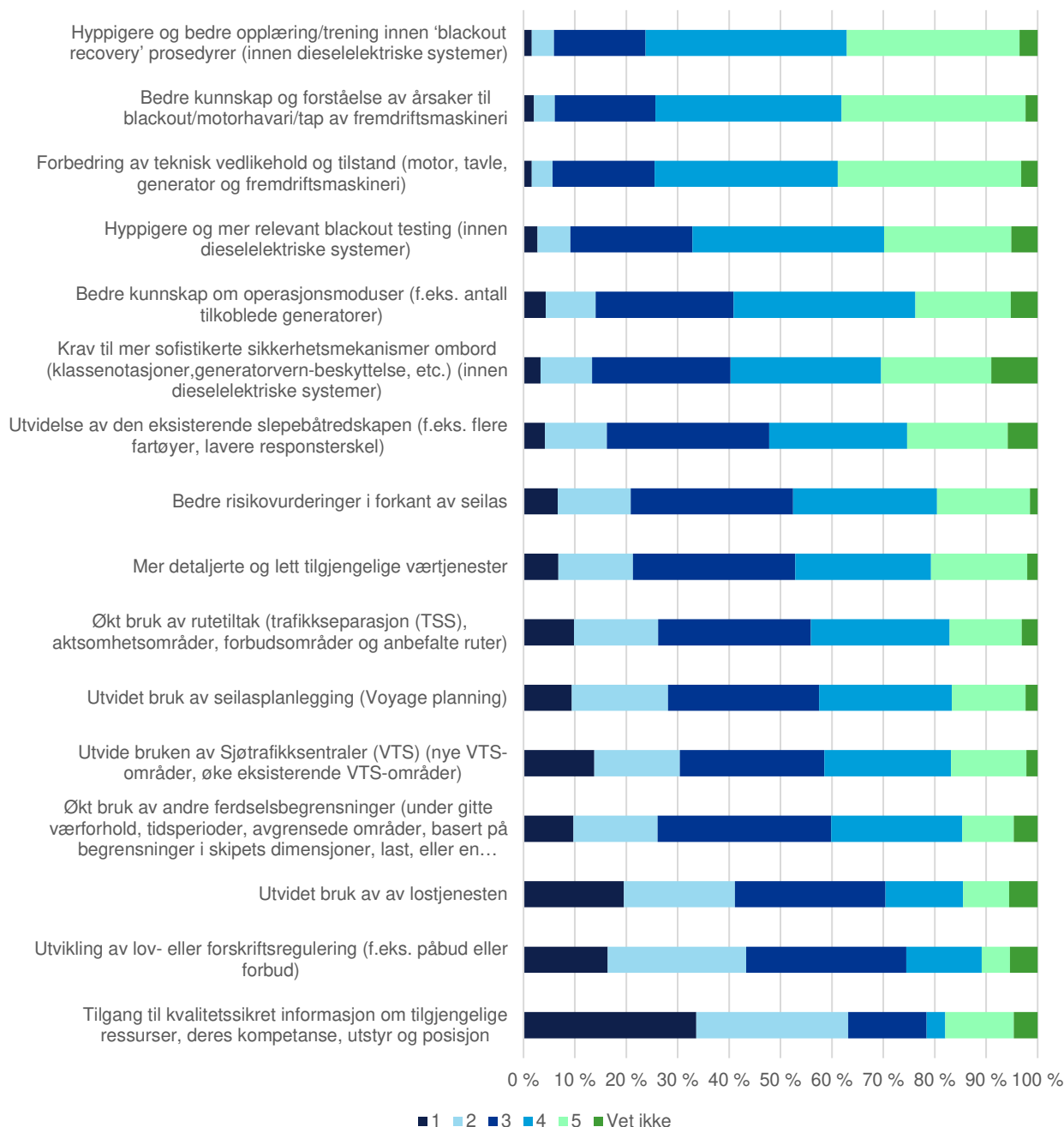
- Hyppigere og bedre **opplæring/trening** innen 'blackout recovery' prosedyrer (innen dieselelektriske systemer)
- Bedre **kunnskap og forståelse** av årsaker til blackout/motorhavari/tap av framdriftsmaskineri.
- Forbedring av **teknisk vedlikehold** og tilstand (motor, tavle, generator og fremdriftsmaskineri)

Mange av tiltakene har fått en høy andel av svarkategorien '3', hverken høy eller lav risikoreduserende effekt. Dette kan tyde på at det er lite kunnskap/erfaring innenfor området, og mange er usikre på hva som faktisk har en risikoreduserende effekt mot drivende grunnstøting. Det samsvarer med tiltakene som er vurdert til å høyest risikoreduserende effekt. To av tre tiltak her handler om bedre kunnskap og bedre opplæring/trening.

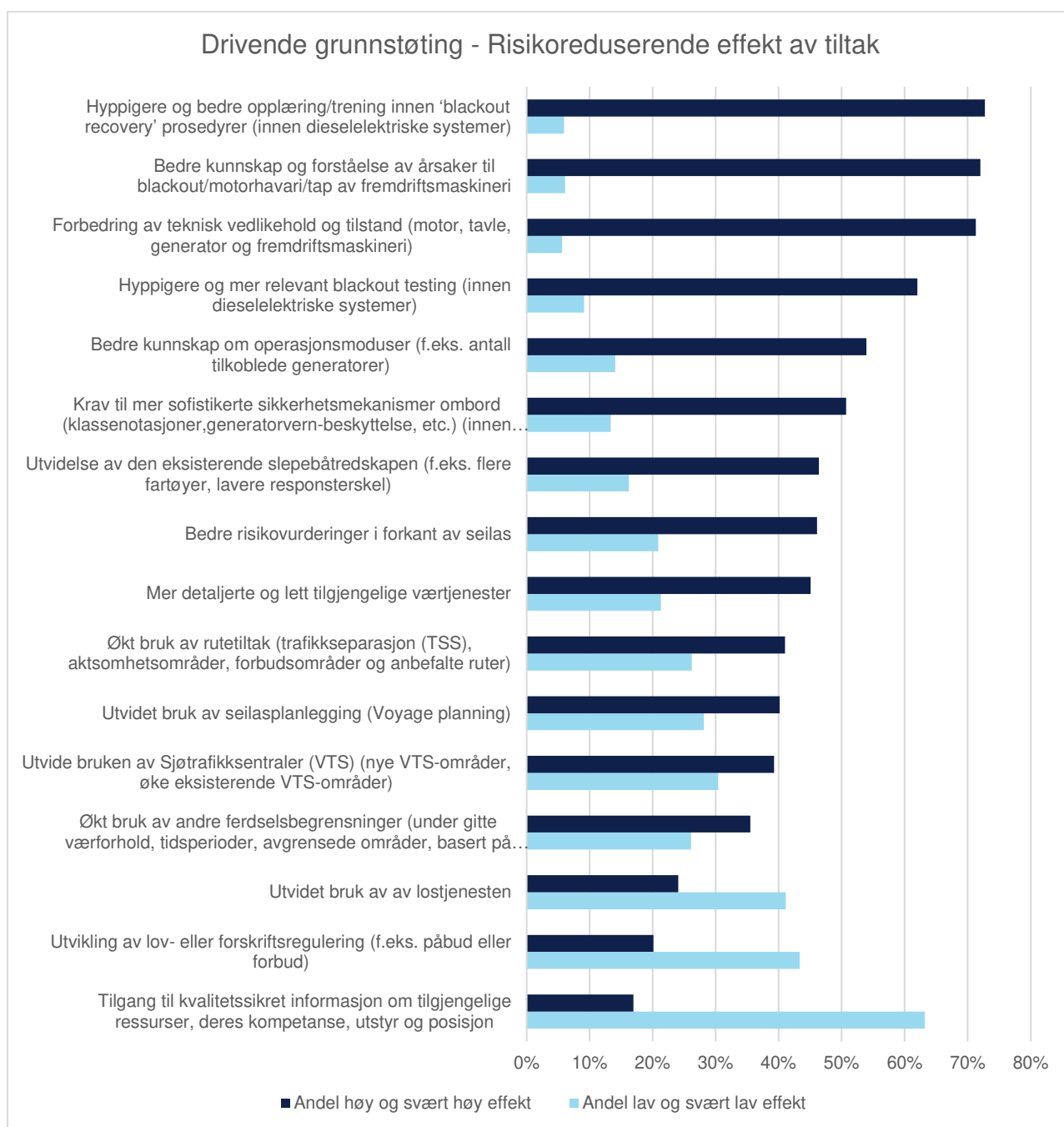
Ett av tiltakene har blitt vurdert til å ha en mye lavere risikoreduserende effekt enn de andre. Dette er *tilgang til kvalitetssikret informasjon om tilgjengelige ressurser, deres kompetanse, utstyr og posisjon*. Dette tiltaket anses nok av respondentene som mer relevant for de som skal koordinere redningsinnsats.

På tvers av stillingene har interessentene en litt ulik vurdering i hva som er de mest risikoreduserende tiltakene. Alle stillingsgruppene mener at *hyppigere og bedre opplæring innen 'blackout recovery' prosedyrer* er blant tiltakene med størst risikoreduserende effekt. Lostjenesten, derimot, rangerer tiltaket *utvidet bruk av lostjenesten* mye høyere enn de andre. Rederikontor har vurdert *hyppigere og mer relevant blackout testing* til å være et bedre risikoreduserende tiltak enn hva los og vaktgående navigatører/broteam gjør.

Drivende grunnstøting - Risikoreduserende effekt av tiltak



Figur 17 Interessentenes vurdering av risikoreduserende effekten av ulike tiltak for drivende grunnstøting. Virkningen er vurdert på en skala fra 1 til 5, hvor 1 tilsvarer svært lav effekt og 5 tilsvarer svært høy effekt.



Figur 18 Tiltak rangert etter størst risikoreduserende effekt. Andel høy og svært høy virkning er summen av 4 og 5, mens lav og svært lav virkning er summen av 1 og 2.

4.4 Forbedring av Kystverkets virkemidler

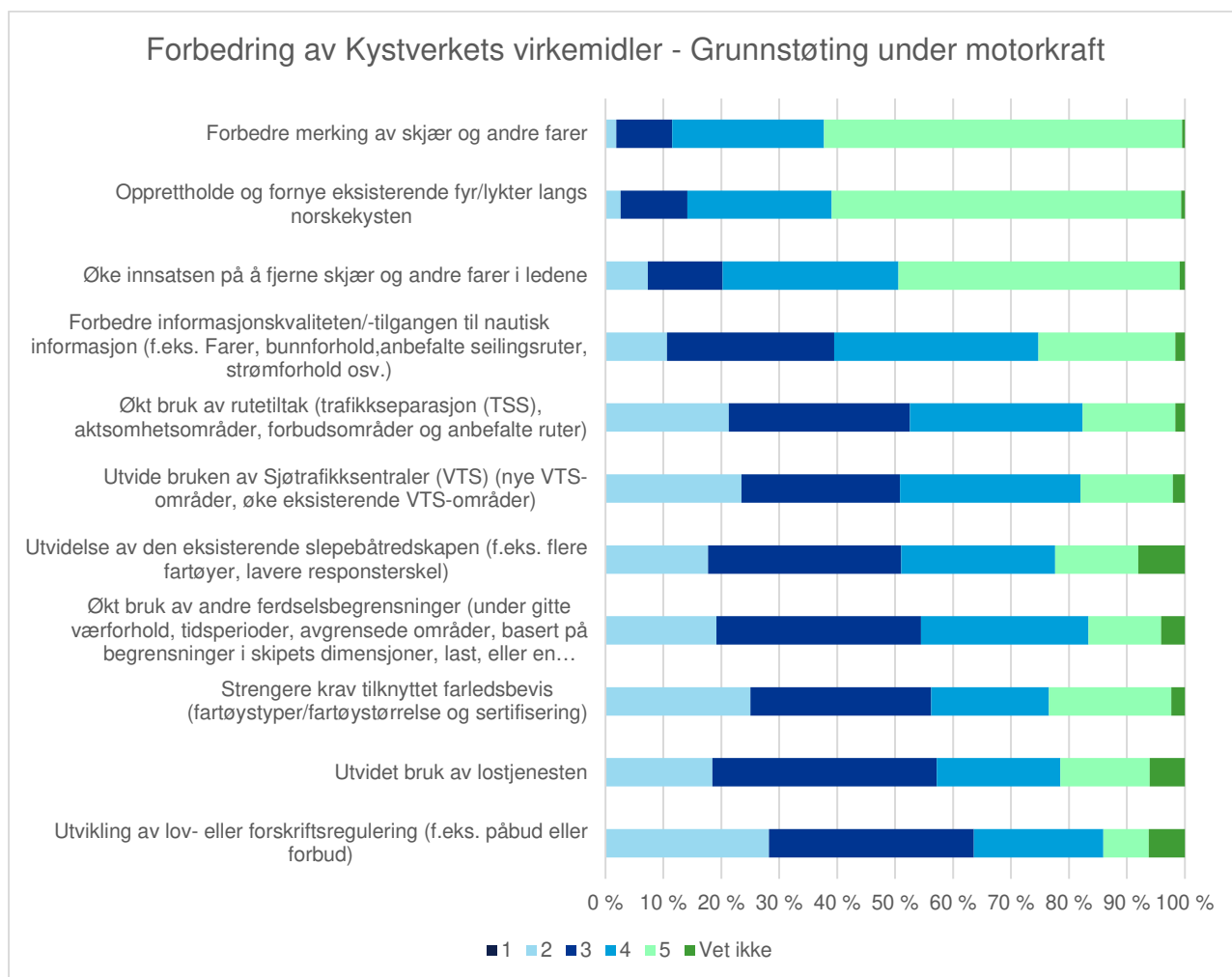
Respondentene ble også bedt om å vurdere den risikoreduserende effekten av å forbedre Kystverkets eksisterende portefølje av virkemidler, altså om å øke standarden/kvaliteten og/eller om en utvidelse av tiltakene vil redusere risikoen for enten kollisjon eller grunnstøting.

4.4.1 Grunnstøting under motorkraft

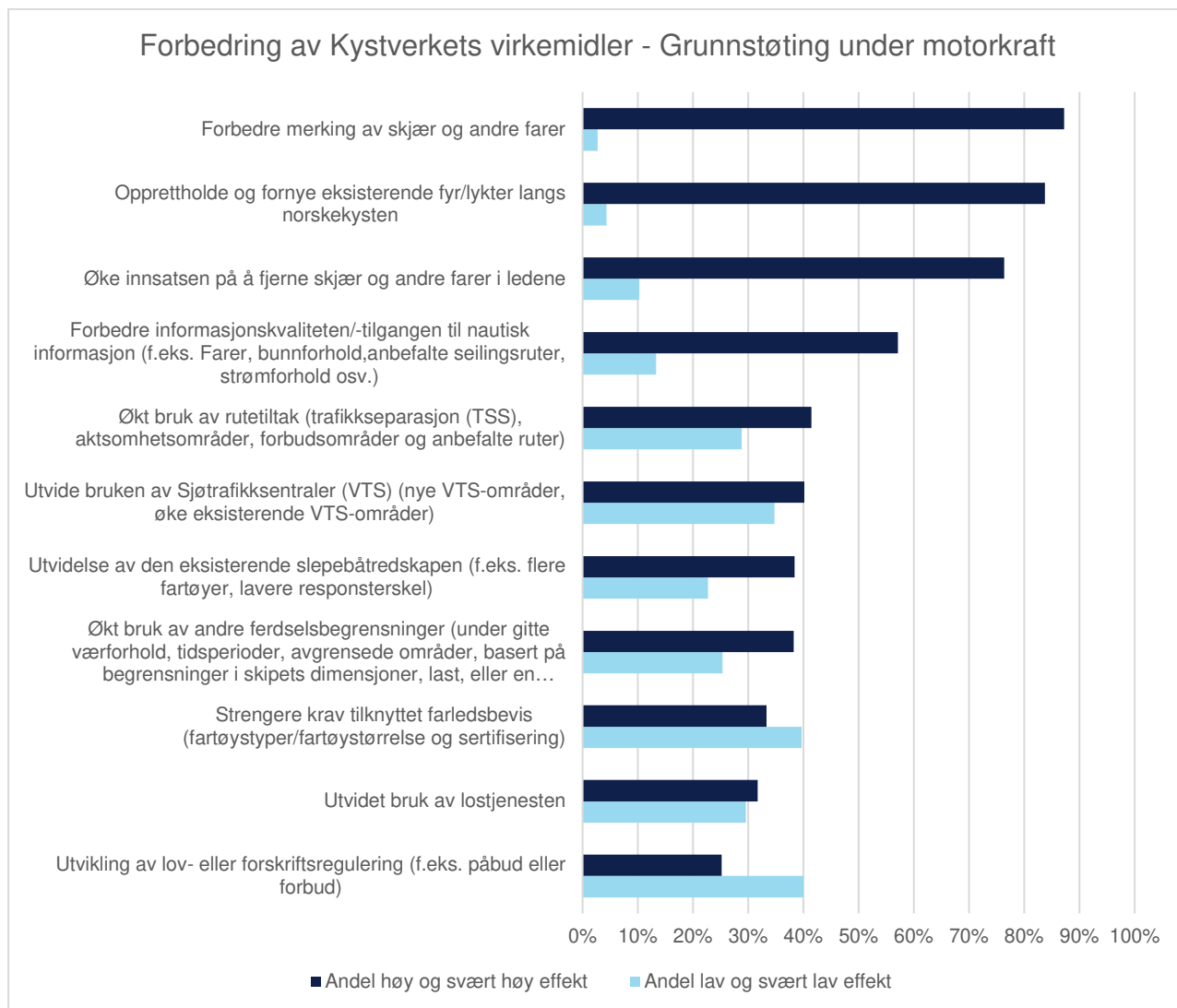
Figur 19 viser hvordan respondentene har vurdert den risikoreduserende effekten for grunnstøting under motorkraft ved å forbedre Kystverkets virkemidler. Her er det tre virkemidler som skiller seg klart fra de andre, med positivt fortegn:

- Opprettholde og fornye eksisterende fyr/lykter langs norskekysten
- Forbedre merking av skjær og andre farer
- Øke innsatsen på å fjerne skjær og andre farer i ledene

Dette er de samme tiltakene som fikk en høy vurdering relatert til kollisjon, noe som kan tyde på at dette er tiltak som respondentene mener har en god risikoreduserende effekt både for kollisjon og grunnstøting under motorkraft.



Figur 19 Interessentenes vurdering av den risikoreduserende effekten for grunnstøting under motorkraft ved å forbedre Kystverkets virkemidler. Vurderingen ble gjort på en skal fra 1 til 5 hvor 1 tilsvarer svært lav effekt og 5 tilsvarer svært høy effekt.



Figur 20 Kystverkets virkemidler rangert etter størst risikoreduserende effekt ved forbedring av tiltak. Andel høy og svært høy effekt er summen av 4 og 5, mens lav og svært lav effekt er summen av 1 og 2.

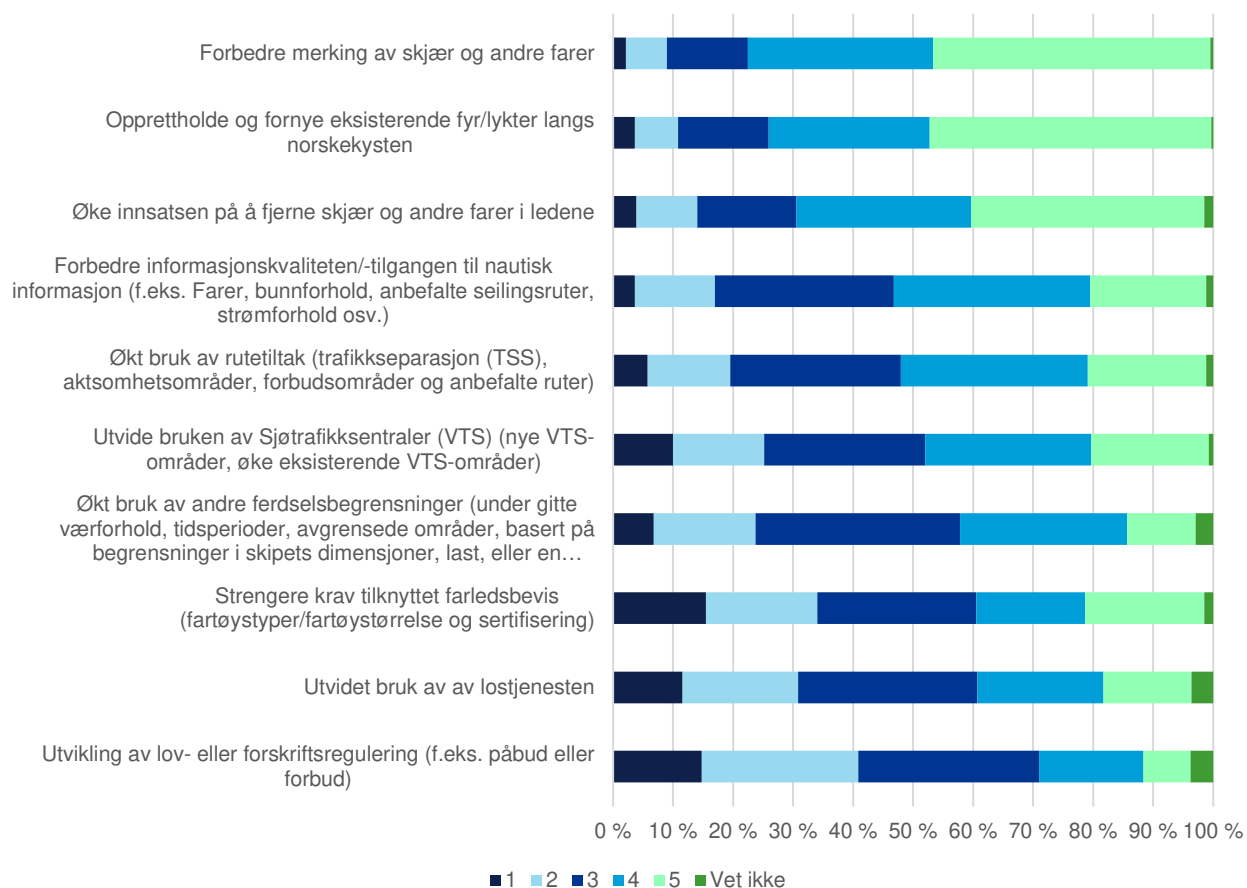
4.4.2 Kollisjon

Figur 21 viser hvordan respondentene har vurdert den risikoreduserende effekten for kollisjon ved å forbedre Kystverkets virkemidler. Her er det tre tiltak som skiller seg klart fra de andre, og som har fått en høyere skåre:

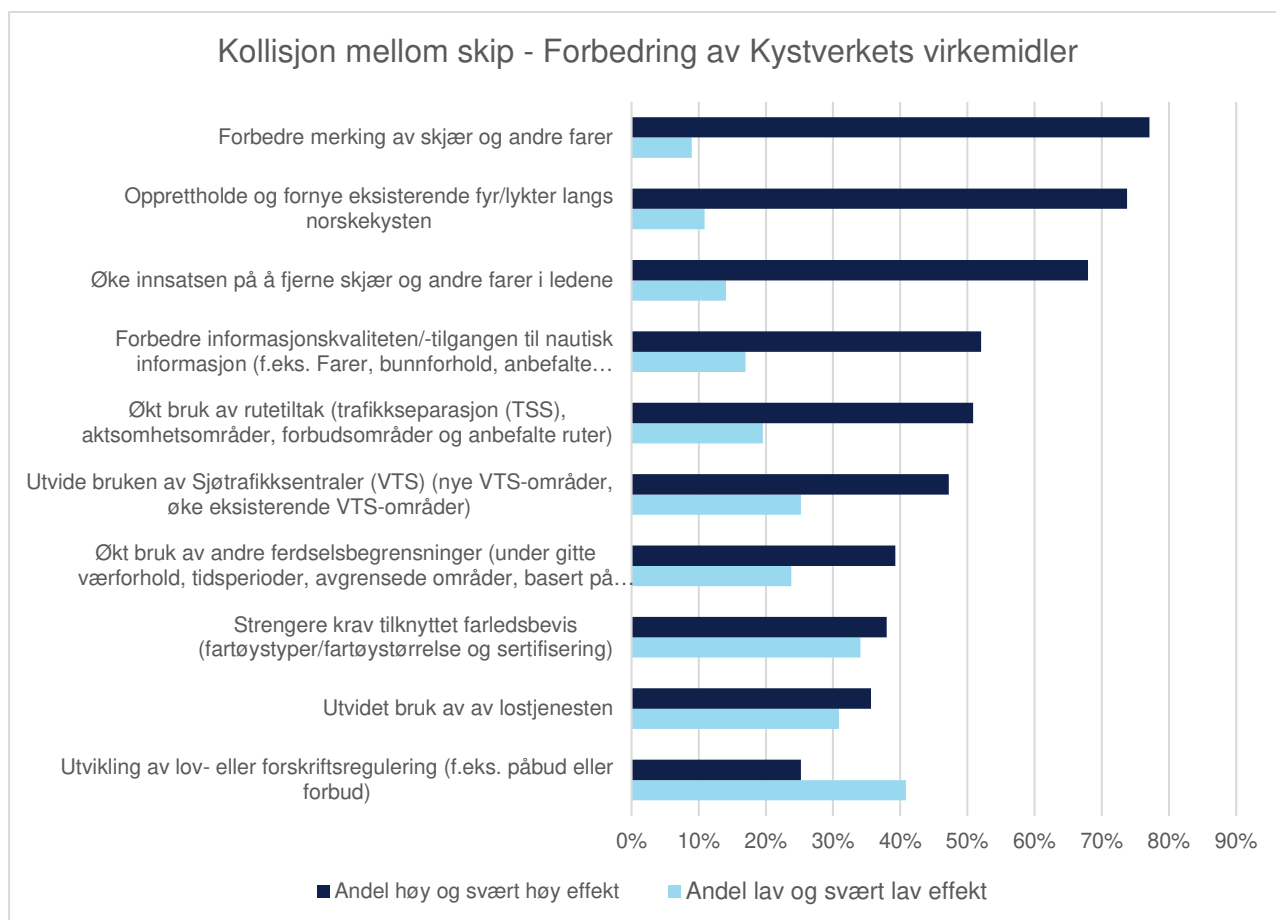
- Opprettholde og fornye eksisterende fyr/lykter langs norskekysten
- Forbedre merking av skjær og andre farer
- Øke innsatsen på å fjerne skjær og andre farer i ledene

Dette samsvarer med hvilke av Kystverkets virkemidler respondentene mener har en størst risikoreduserende effekt for kollisjon. Nemlig *Farledsutbedringer*, *VTS* og *TSS*. Ser man på svarene fra lostjenesten blir *utvidet bruk av lostjenesten* og *strengere krav tilknyttet farledsbevis* vurdert høyest.

Kollisjon mellom skip - Forbedring av Kystverkets virkemidler



Figur 21 Interessentenes vurdering av den risikoreduserende effekten for kollisjon ved å forbedre Kystverkets tiltak. Vurderingen ble gjort på en skal fra 1 til 5 hvor 1 tilsvarer svært lav effekt og 5 tilsvarer svært høy effekt.



Figur 22 Kystverkets tiltak rangert etter størst risikoreduserende effekt ved forbedring av tiltak. Andel høy og svært høy effekt er summen av 4 og 5, mens lav og svært lav effekt er summen av 1 og 2.

4.5 Nye risikoreduserende tiltak

For grunnstøting under motorkraft, kollisjon og drivende grunnstøting ble interessentene utfordret til å sette opp en liste over helt nye tiltak, eller endring i eksisterende tiltak, som de mener kan bidra til å redusere risikoen. Dette delkapitlet presenterer en oppsummering av funnene for henholdsvis grunnstøting under motorkraft, kollisjon og drivende grunnstøting.

Merk at dette er en oppsummering av respondentenes meninger, det vil si ikke DNVs eller Kystverkets egne meninger.

4.5.1 Grunnstøting under motorkraft

Tabell 1 viser en oppsummering av hvilke nye tiltak eller endringer i eksisterende tiltak respondentene foreslo for grunnstøting under motorkraft. Oppsummeringen er basert på omtrent 400 fritekstsvar.

Tabell 1 Nye risikoreduserende tiltak eller endringer i eksisterende tiltak for grunnstøting under motorkraft som har blitt foreslått av respondenter i spørreundersøkelsen

Nye risikoreduserende tiltak eller endringer i eksisterende tiltak for grunnstøting under motorkraft	
▪ Flere nevner at alarmene på ECDIS er forstyrrende og tar fokus vekk fra navigeringen. De ønsker en måte å dempe lyden på alarmene og/eller stille inn selv hva ECDIS skal reagere på. ▪ Bemanning er for lav, dette går utover navigering, hviletid etc. Flere forteller at mannskap opplever tretthet (fatigue), overbelastning og for mye arbeid. ▪ Språkproblemer er en utfordring for kommunikasjonen skip-skip, internt på bro, og med VTS. ▪ Farledsbevis gis til folk som ikke er kvalifiserte nok til kystseilas, til folk som ikke behersker skandinavisk eller engelsk språk. Det burde være mer enn én person med farledsbevis ombord. ▪ Flere nevner at arbeidet med å utbedre farled og merking (både med og uten lys) er bra og at det bare er å fortsette med det. Flere ønsker mer bruk av indirekte belysning. ▪ Nye navigatører har ikke tilstrekkelig utdanning eller opplæring i kystseilas. Flere er for avhengige av navigasjonssupport slik som ECDIS, men mangler "godt sjømannskap", situasjonsforståelse etc. ▪ For mye rapporteringsarbeid stjeler fra navigering og hviletid. Dette blir stressfaktorer. Flere forstår ikke hensikten med en del prosedyrene. ▪ Bred enighet om at VTS må holde seg til ett språk, noen foretrekker norsk og andre foretrekker engelsk. ▪ Fiskefartøy/småbåter/fritidsbåter er et stressmoment da de ikke har tilstrekkelig forståelse for sjøveisreglene. ▪ Ønske om mer bruk av los. ▪ Noen ønsker at kartene utbedres og at det blir lettere å få tilgang på annen oppdatert nautisk informasjon. ▪ Holdningsendringer slik at man faktisk følger reguleringene som er satt, spesielt med tanke på hviletid, bruk av mobil ved utkikk, generell oppmerksomhet etc. ▪ Mange av sjøfolkene føler seg ikke hørt eller forstått. Dette gjelder ikke alle, men det gjentas flere ganger.	

Tiltakene som blir nevnt i Tabell 1 handler i stor grad om ikke-tekniske tiltak som skal forbedre trening og kommunikasjon, samt redusere tretthet. Dette samsvarer i stor grad med årsakene som ble vurdert til å ha en høy virkning for grunnstøting.

4.5.2 Kollisjon

Tabell 2 viser en oppsummering av hvilke nye tiltak eller endringer i eksisterende tiltak interessentene foreslo for kollisjon. Oppsummeringen er basert på omtrent 250 fritekstsvar.

Tabell 2 Nye risikoreduserende tiltak endringer i eksisterende tiltak for kollisjon som har blitt foreslått av respondenter i spørreundersøkelsen.

Nye risikoreduserende tiltak mot kollisjon
▪ Mange nevner at det ikke er tilstrekkelig bemanning på bro. ▪ Utbedring og vedlikehold av merker både med og uten lys er ønsket. ▪ Bekymringer og fortvilelse om vanskelighet med kommunikasjon fordi det foregår på forskjellige språk. Både blant brobesetningen og med andre skip. Gjennomgående mange som ønsker at all kommunikasjon foregår på norsk. ▪ Det kommenteres at nyutdanna navigatører ikke har tilstrekkelig kunnskap for seilassen, og at elektroniske hjelpemidler blir for mye brukt fremfor å se ut av vinduene på bro. ▪ Administrative oppgaver på bro stjeler fokus fra navigeringen og kan spise av besetningens hviletid. ▪ Ønske om standardisering av utstyr på bro, sånn at mannskap slipper å sette seg inn i nye systemer for forskjellige skip. ▪ Mange meninger om at kravene for å få utstedt farledsbevis er for lave, mange krever også at kun norske sjøfolk skal ha mulighet til å få utstedt farledsbevis.

Tiltakene som blir nevnt her svarer direkte til årsakene som ble vurdert til å høyest virkning på kollisjon. Det var *tretthet, redusert årvåkenhet og feil/mangel på fremdriftssystem*. Igjen retter tiltakene som blir foreslått seg mot ikke-tekniske faktorer.

4.5.3 Drivende grunnstøting

Tabell 3 viser en oppsummering av hvilke nye tiltak eller endringer i eksisterende tiltak interessentene foreslo for drivende grunnstøting. Oppsummeringen er basert på omtrent 200 fritekstsvar.

Tabell 3 Nye risikoreduserende tiltak endringer i eksisterende tiltak for drivende grunnstøting som har blitt foreslått av respondenter i spørreundersøkelsen.

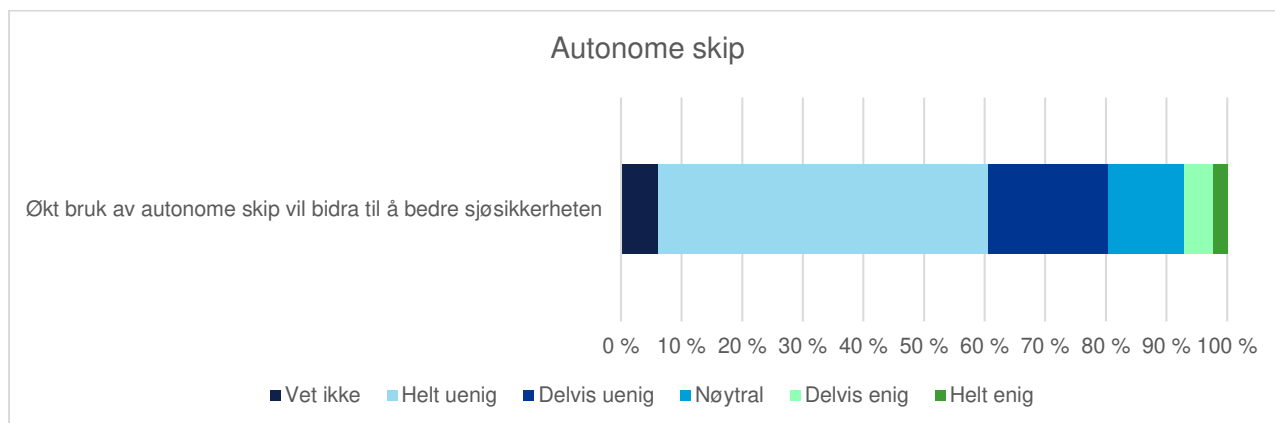
Nye risikoreduserende tiltak mot drivende grunnstøting
▪ Grundigere utdanning/opplæring ved blackout. ▪ Bedre merking av plasser for oppankring der et skip kan være i le. ▪ Grundigere kontroll og vedlikehold av skip og dets systemer. ▪ Gjøre det enklere å få bistand ved ulykker/problemer. ▪ Krav til bedre back-up løsninger/redundans. ▪ Øke teknisk kompetanse ombord.

Svarene indikerer at respondentene mener at kompetansen rundt blackout bør økes. Dette samsvarer godt med hvilke tiltak som ble vurdert til å stor risikoreduserende effekt.

4.6 Autonome skip

I undersøkelsen ble interessentene bedt om å vurdere en påstand relatert til autonome skip, samt vurdere den risikoreduserende effekten til noen av Kystverkets virkemidler for å håndtere risiko med autonome skip. Med autonome skip menes fartøy, med eller uten besetning, hvor digitale systemer har fått oppgaven å ta beslutninger som er nødvendig for å kunne gjennomføre skipets oppdrag.

Påstanden skulle rangeres fra *helt uenig* til *helt enig*, og var som følger: «Økt bruk av autonome skip vil bidra til å bedre sjøsikkerheten?»



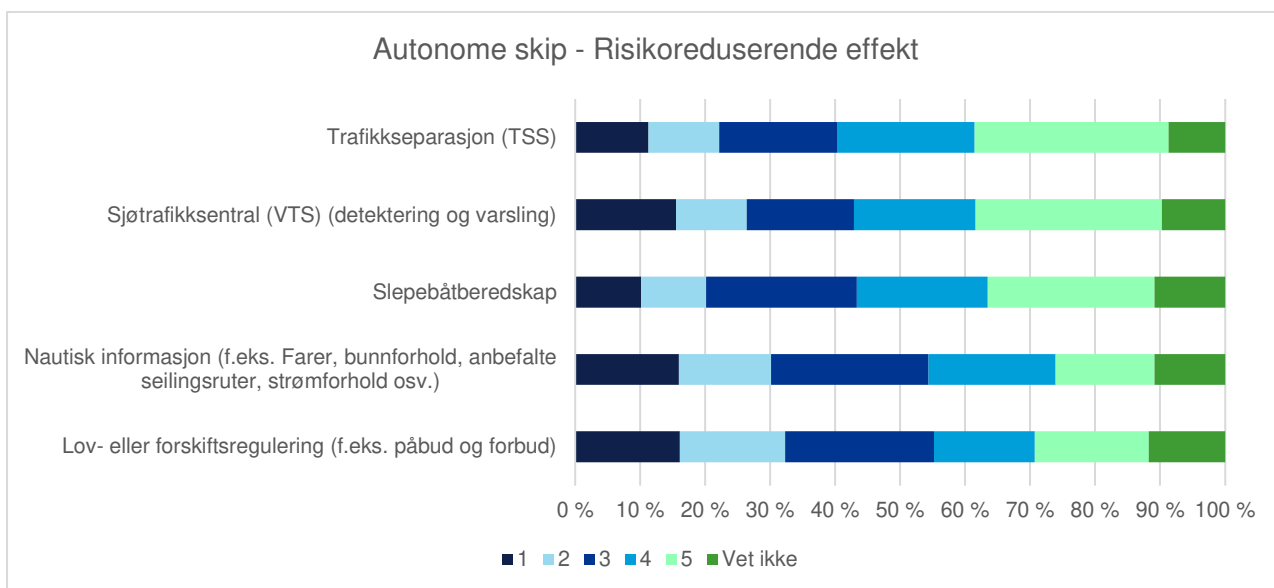
Figur 23 Interessentenes vurdering av påstander rundt autonome skip.

Figuren viser at det er stor skepsis til autonome skip, og at en stor andel av respondentene mener at autonome skip ikke vil bidra til å bedre sjøsikkerheten.

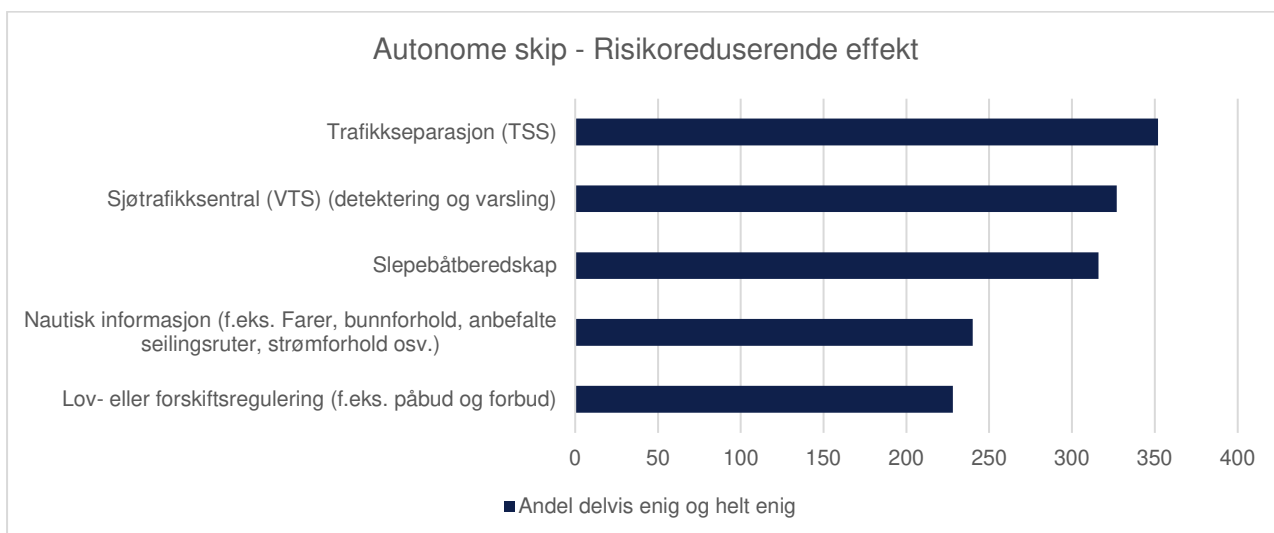
4.6.1 Risikoreduserende effekt av Kystverkets virkemidler

Figur 24 viser interessentenes vurdering av Kystverkets virkemidler, og deres risikoreduserende effekt for autonome skip. Figur 25 viser virkemidlene rangert etter hvilke virkemidler interessentene mener har størst risikoreduserende effekt.

Virkemidlene som ble vurdert til å størst risikoreduserende effekt var *Trafikkseparasjon (TSS)*, og *Sjøtrafikksentral (VTS)*. Dette kan tyde på at interessentene mener bruk av autonome skip må være strengt regulert, og at de må seile i farvann som er godt overvåket.



Figur 24 Interessentenes vurdering av den risikoreduserende effekten av Kystverkets tiltak for autonome skip.



Figur 25 Kystverkets tiltak rangert etter størst risikoreduserende effekt.

4.6.2 Utfordringer og tiltak

I tillegg ble interessentene utfordret til å komme med sine tanker rundt hva som kunne bli de største utfordringene med å seile i områder med autonome fartøy, samt hvilke tiltak som kan ha størst risikoreduserende effekt. En oppsummering av funnene er presentert i Tabell 4. Oppsummeringen er basert på 500 fritekstsvar.

Tabell 4 Nye risikoreduserende tiltak og utfordringer som har blitt nevnt av respondenter.

Utfordringer og risikoreduserende tiltak for autonome fartøy
▪ Ikke i stand til å delta i rednings-/nødsituasjoner ▪ Teknisk utfordrende, blackout, utstyr som svikter osv. ▪ Utfordringer knyttet til samhandlingen mellom autonome skip og konvensjonelle skip ▪ Tillitt til ubemannede skip er lav ▪ Utfordringer relatert til kommunikasjon mellom autonome fartøy ▪ Utfordringer knyttet til seilas i farvann med mange fritidsbåter / små fiskebåter ▪ Utfordringer knyttet til seilas i trange farvann under vanskelige værforhold ▪ De fleste er særdeles skeptiske til autonome skip. De frykter å møte uforutsigbare skip de ikke kan kommunisere med/avklare situasjoner med. ▪ Noen foreslår TSS og/eller at autonome skip kun får seile korte distanser hvor det er lite til ingen trafikk. ▪ Autonome fartøy kan hackes og det er ingen om bord til å fikse eventuell teknisk svikt med mer. Skip og utstyr er utsatt for vær og vind. ▪ Autonome skip kan ikke bidra med SAR eller stå som slepeberedskap, dette gjør navigatørene utrygge. ▪ Det er uavklart hvordan ansvarsfordelingen vil bli ved eventuelle ulykker eller andre uønskede situasjoner. ▪ Flere nevner at de ikke har nok kunnskap om autonome skip til at de vil uttale seg om mulige utfordringer og tiltak. ▪ Autonome skip må merkes godt og det må være tilstrekkelig varsling om at det nærmer seg autonome skip. Sjøfolk må kunne se planlagt rute til autonome skip. ▪ Enhetene frykter at ingeniører uten nautisk forståelse skal sitte på land og styre autonome skip.

Svarene indikerer en stor skepsis til flere aspekter rundt autonome skip, men samhandlingen mellom konvensjonelle fartøy og autonome skip virker å være den største bekymringen. At skipene ikke skal kunne delta i redningsoperasjoner er også noe respondentene ser negativt på.

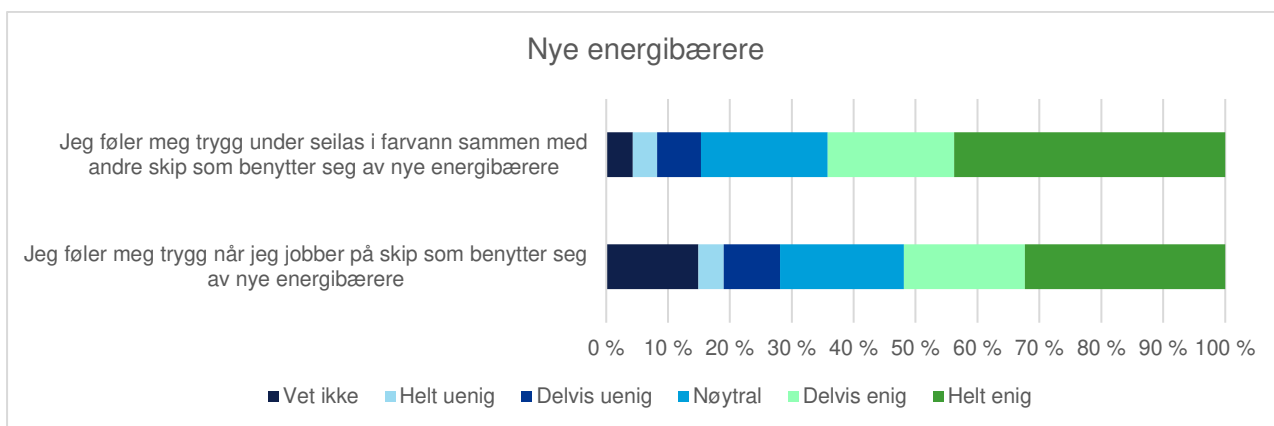
Det kan være flere grunner til den negative oppfatningen rundt autonome skip. En grunn kan muligens skyldes være at konseptet er dårlig kommunisert. Det kommer også frem i svarene, hvor det er flere som har påpekt at de har lite kunnskap rundt området.

4.7 Nye energibærere

Det forventes at flere og flere skip vil gå på nye og alternative energibærere de neste årene. Med *nye energibærere* menes det i denne undersøkelsen både LNG og batteri som benyttes av flere skip i dag, men også ammoniakk, hydrogen og metanol som forventes introdusert de neste årene.

I undersøkelsen ble interessentene utfordret på å svare på noen påstander relatert til sikkerheten rundt nye energibærere. Figur 26 viser interessentenes vurdering av disse påstandene fra helt uenig til helt enig. Figuren viser at flesteparten av interessentene føler seg trygg under seilas i farvann sammen med andre skip som benytter seg av nye energibærere. Over 50 % er også delvis enig eller helt enig i at de føler seg trygge når de jobber på skip som benytter seg av nye energibærere.

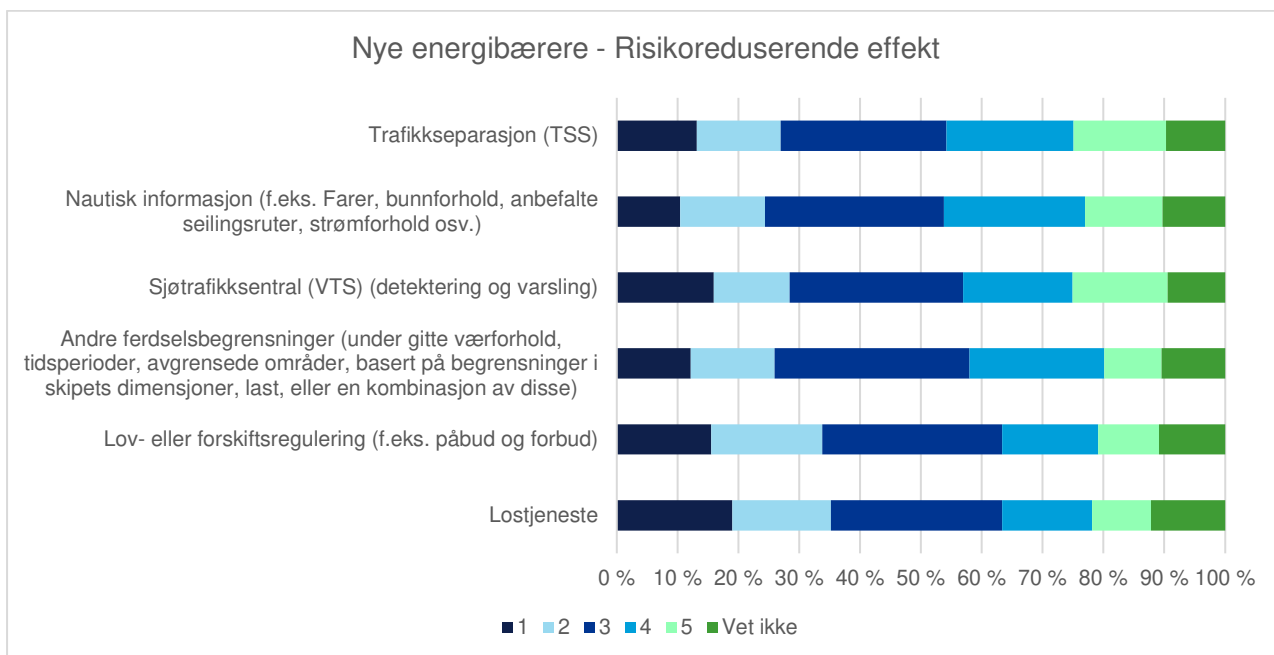
Totalt sett er det en stor andel som er nøytrale eller har svart vet ikke. Det kan bety at de ikke har erfaring med nye energibærere.



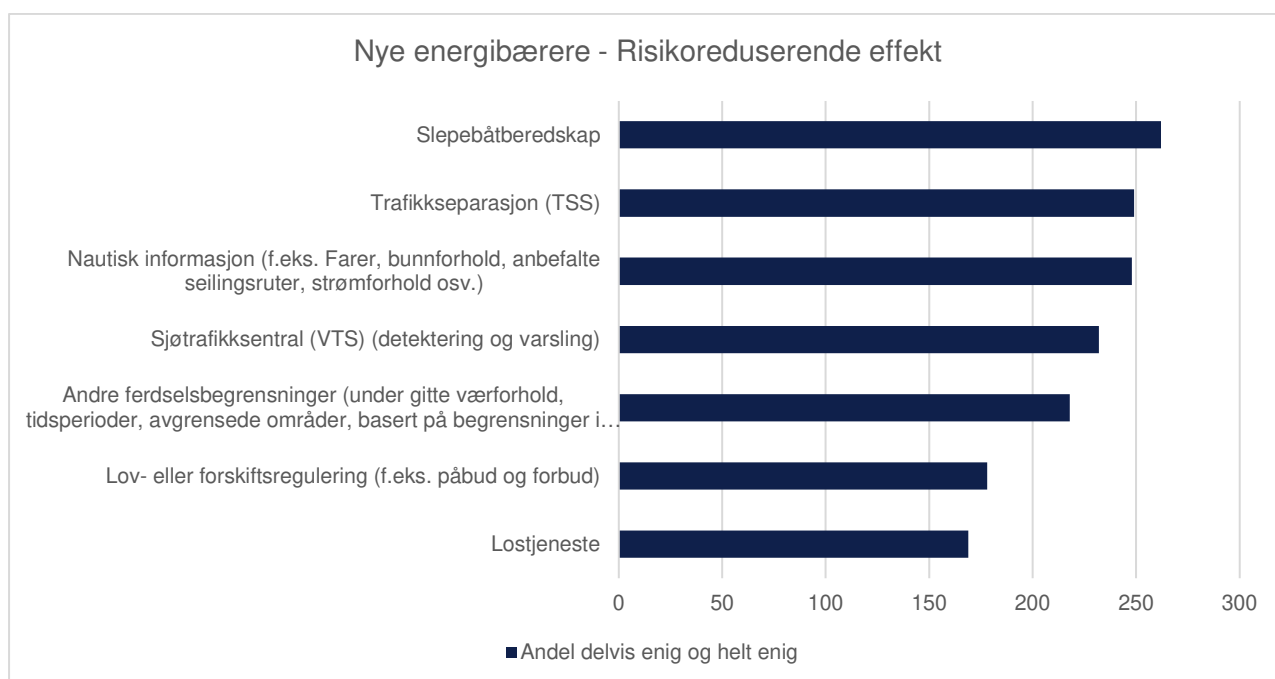
Figur 26 Respondentenes vurdering av påstander rundt nye energibærere.

4.7.1 Risikoreduserende effekt av Kystverkets virkemidler

Figur 27 viser respondentenes vurdering av den risikoreduserende effekten av Kystverkets virkemidler for nye energibærere. I Figur 28 presenteres virkemidlene rangert etter høyest til lavest risikoreduserende effekt. De fleste virkemidlene her skårer relativt likt hvor *Trafikkseparasjon (TSS)*, *Nautisk informasjon* og *Sjøtrafikksentral (VTS)* er de tre virkemidlene som blir vurdert til å ha størst risikoreduserende effekt.



Figur 27 Respondentenes vurdering av den risikoreduserende effekten av Kystverkets virkemidler for nye energibærere.



Figur 28 Kystverkets virkemidler rangert etter størst risikoreduserende effekt.

4.7.2 Nye tiltak

Interessentene ble utfordret til å sette opp en liste over helt nye tiltak, eller endringer i eksisterende tiltak som de mente kan bidra til å redusere risikoen ved bruk av nye energibærere. Under følger en oppsummering av funnene. Oppsummeringen er basert på omtrent 180 fritekstsvar.

Tabell 5 Nye risikoreduserende tiltak for nye energibærere.

Nye risikoreduserende tiltak for nye energibærere
▪ Gi mannskap nødvendig opplæring. ▪ Gode rutiner for brannslukking, evakuering etc. ▪ Tilstrekkelig redundans for fremdrift. ▪ Ha lett tilgjengelig support/bistand dersom problemer. ▪ Tydelige lover/regler for hva som skal bli godkjent. ▪ Tilstrekkelig testing og utprøving før kommersiell bruk.

Svarene indikerer at opplæring/trening samt regler og rutiner blir viktig med tanke på nye energibærere.

4.8 Prognoser for skipstrafikk mot 2040

I dette delkapitlet presenteres resultatet av undersøkelsen der interessentene ble spurt om deres tanker rundt utviklingen av skipstrafikken mot 2040 med hensyn på sjøsikkerhet. Sentrale svar er oppsummert under:

4.8.1 Utfordringer

Interessentene ble utfordret til å dele sine synspunkter rundt utfordringer rundt sjøsikkerheten. I Tabell 6 følger en oppsummering av funnene. Oppsummeringen er basert på rundt 420 fritekstsvar.

Tabell 6 Interessentenes tanker rundt utfordringer for sjøsikkerheten.

Interessentenes tanker rundt utfordringer for sjøsikkerheten	
	▪ Det som gjentas oftest er at mannskapet ikke har nok kompetanse/erfaring/opplæring. I tillegg er bemanningen for lav.
	▪ Stress og fatigue grunnet for stor arbeidsbelastning, gjerne grunnet rapportering/prosedyrer/papirarbeid.
	▪ Det er krevende å venne seg til/lære å bruke kompliserte tekniske systemer
	▪ Nyutdannede navigatører er for avhengige av tekniske hjelpemidler i navigeringen.
	▪ Språkbarrierer gjør kommunikasjonen vanskelig (skip-skip, VTS, internt på bro).
	▪ For lett for ikke-norsk-språklige å få farledsbevis, burde være krav om at man kan skandinavisk språk.
	▪ Flere opplever at press fra rederi er en stressfaktor, og at rederi/operatør/eiere er for opptatt av økonomi slik at det går ut over sjøsikkerheten.
	▪ Holdninger/kultur og manglende sjømannskap hos besetningen. Mobilbruk, rus, uoppmerksomhet, manglende ansvarsfølelse etc.
	▪ "Menneskelige faktorer" nevnes ofte uten videre spesifisering.
	▪ Utdaterte skip og utstyr

Svarene indikerer at hovedutfordringene handler om ikke-tekniske faktorer slik som stor arbeidsbelastning, mangel på kommunikasjon og dårlig kompetanse.

4.8.2 Utvikling

Interessentene ble utfordret til å dele sine synspunkter rundt utviklingen av skipstrafikken mot 2040 med hensyn på sjøsikkerhet. I Tabell 7 følger en oppsummering av funnene.

Tabell 7 Interessentenes vurderinger rundt utviklingen av skipstrafikken mot 2040.

Interessentenes vurderinger rundt utviklingen av skipstrafikken mot 2040

- Flere autonome skip fremover, med stor skepsis.
 - Videreutvikling av navigasjonsutstyr ombord.
 - Utvikling av størrelse på skip.
 - Høyere press fra rederi på effektivitet og kostnadsreduksjon.
 - Bedre utdanning av nye sjøfolk.
 - «Godt sjømannskap» og kultur på sjøen svekkes.
 - Færre folk om bord.
 - Stadig flere skip på sjøen som fører til mer trafikk.
 - Flere administrative oppgaver som må gjøres på bro.
 - Økende fatigue blant besetningen.
 - Bedre sikkerhetskultur.
 - Grønn omstilling innenfor næringen.
-

Svarene indikerer en forventet økning i skipsstørrelser og trafikken til sjøs. Det forventes også en teknologiutvikling framover sammen med den grønne omstillingen som skjer i næringen. Bekymringer som nevner er flere administrative oppgaver på bro samt økende press fra rederi på effektivitet og kostnadsreduksjon. Dette i tillegg til færre folk ombord og økende arbeidspress på besetning er vurdert blant interessentene til å ville skape utfordringer for den forebyggende sjøsikkerheten og beredskapen i norske farvann

5 SAMMENLIGNING MED INTERESSENTANALYSEN 2014

I dette kapitlet blir resultatene fra interessentanalysen 2022 sammenlignet med resultatene fra Interessentanalysen 2014. Da undersøkelsen fra 2022 inneholder litt flere elementer og noen andre tiltak/årsaker, vil kun de delene av undersøkelsen som anses relevant bli sammenlignet. Dette gjelder hovedsakelig årsaker/tiltak for kollisjon og grunnstøting under motorkraft.

5.1 Grunnstøting (under motorkraft)

Tabell 8 og Tabell 9 viser henholdsvis de tre årsakene og risikoreduserende tiltakene som ble vurdert høyest i 2014 og i 2022. I 2014 var det de samme årsakene som ble vurdert til å ha størst risikoreduserende effekt for både kollisjon og grunnstøting under motorkraft. Av tabellen ser vi at *tretthet* og *feil/mangel på fremdriftssystem* er vurdert likt i 2014 og 2022. *Redusert årvåkenhet* var ikke et alternativ i undersøkelsen i 2014, men ser man på årsaken *mannskapets erfaring/trening* var dette også en av årsakene som ble vurdert til å ha størst virkning på risikoen for grunnstøting, også i 2022.

Tabell 8 Topp tre årsaker for grunnstøting under motorkraft fra 2014 [1] og 2022.

2022	2014
1. Tretthet	1. Tretthet
2. Redusert årvåkenhet	2. Mannskapets erfaring/trening
3. Feil/mangel på fremdriftssystem	3. Feil på motor/fremdriftssystemer

Interessentene mener fortsatt at risikoreduserende tiltak som *fyr/lyker* og *sjømerker* har god effekt. *Farledsutbedringer* var ikke et alternativ i 2014, og er tiltak som skårer høyt i årets undersøkelse.

Tabell 9 Topp tre risikoreduserende tiltak for grunnstøting under motorkraft fra 2014 [1] og 2022.

2022	2014
1. Fyr/lykter	1. Fyr/lykter
2. Farledsutbedringer	2. Sjømerker
3. Sjømerker	3. Lostjeneste

5.2 Kollisjon

Tabell 10 og Tabell 11 viser henholdsvis de tre årsakene og risikoreduserende tiltakene som ble vurdert høyest i 2014 og i 2022. Blant topp tre i 2022 finner vi to årsaker som ikke var med i undersøkelsen i 2014. Dette er *redusert årvåkenhet* og *mangelfull kommunikasjon*. *Tretthet* blir igjen sett på som en av de årsakene som har størst virkning på risikoen for kollisjon. For årsakene *mannskapets erfaring/trening* og *feil på motor/fremdriftssystemer*, ser man at dette er årsaker som også blir vurdert til å ha høy virkning i 2022.

En gjennomgående faktor når man ser på årsakene som har blitt vurdert til å ha størst virkning er at de stort sett er tilknyttet *ikke-tekniske* faktorer.

Tabell 10 Topp tre årsaker for kollisjon fra 2014 [1] og 2022.

2022	2014 [1]
1. Redusert årvåkenhet	1. Tretthet
2. Tretthet	2. Mannskapets erfaring/trening
3. Mangelfull kommunikasjon	3. Feil på motor/fremdriftssystemer

Når det gjelder risikoreduserende tiltak ser man at VTS og TSS er to tiltak som fortsatt blir vurdert til å ha høy risikoreduserende effekt. *Farledsutbedringer* var ikke et alternativ i undersøkelsen fra 2014, men har i undersøkelsen fra 2022 blitt vurdert til tiltaket med størst risikoreduserende effekt. *Lostjenesten* på den andre siden, har blitt vurdert lavere i 2022 enn hva den ble i 2014.

Tabell 11 Topp tre risikoreduserende tiltak for kollisjon fra 2014 [1] og 2022.

2022	2014 [1]
1. Farledsutbedringer	1. Trafikkseperasjon (TSS)
2. Sjøtrafikksentral (VTS)	2. Sjøtrafikksentral (VTS)
3. Trafikkseperasjon (TSS)	3. Lostjeneste

6 REFERANSER

/1/ DNV (2014) Interessentanalyse for innspill til forebyggende sjøsikkerhetstiltak. Rapport Nr.: 2014-1108.

VEDLEGG A

Spørreskjema

Kystverkets Sjøsikkerhetsanalyse 2022

Epost

Hei,

Dette er en invitasjon til å delta i spørreundersøkelsen for Kystverkets Sjøsikkerhetsanalyse 2022. DNV, som uavhengig tredjepart, gjennomfører en konfidensiell undersøkelse for å kartlegge opplevelsen av sjøsikkerheten i norske farvann.

Sjøsikkerhetsanalysen skal være en helhetlig analyse av den forebyggende sjøsikkerheten langs norskekysten og i norske havområder, med spesiell fokus på kollisjon og grunnstøting. Analysen skal være en del av Kystverkets beslutningsgrunnlag de kommende årene (f.eks. NTP), både for dimensjonering av den forebyggende sjøsikkerheten, og for prioritering mellom ulike typer tiltak i ulike områder. Den første sjøsikkerhetsanalysen ble gjennomført i 2014 og det er denne kunnskapen som nå revideres.

Gjennom deltakelse på denne spørreundersøkelsen får den enkelte respondent en unik mulighet til å være med på å påvirke den fremtidige sjøsikkerhetsporteføljen og sjøsikkerhetstiltakene det skal satses på i de kommende årene.

Hovedsakelig ønskes svar fra respondenter som har seilt i norske farvann de siste fem årene, og fra andre respondenter med tilsvarende erfaring/kunnskap. Fritidsflåten omfattes ikke av denne undersøkelsen.

Din deltagelse i denne studien er frivillig, men høyst satt pris på. Undersøkelsen er konfidensiell og resultatene vil ikke kunne spores tilbake til enkeltpersoner.

Etter undersøkelsen er gjennomført vil DNV analysere resultatene og presentere disse i en rapport som vil være tilgjengelig på Kystverkets hjemmesider.

Du kan åpne undersøkelsen fra PC, telefon eller nettbrett (f.eks. iPad), og du vil trenge omtrent 15 minutter på å gjennomføre undersøkelsen. Ytterligere informasjon og veiledning vil følge når du åpner linken.

Svarfrist er 12. august 2022, men vi oppfordrer deg til å svare på undersøkelsen så snart du har tid.

Vennlig hilsen,
Kystverket

Introduksjon

Velkommen til spørreundersøkelsen for Kystverkets Sjøsikkerhetsanalyse 2022. Undersøkelsen er administrert av DNV.

Spørreskjemaet inneholder hovedsakelig spørsmål om opplevd risiko, ulykkesårsaker, risikoreduserende tiltak og utvikling for skipstrafikken. Innledningsvis stiller vi noen spørsmål om din bakgrunn, men understreker at alle svar behandles anonymt.

I undersøkelsen svarer du fra ditt ståsted ut ifra den rollen du har, og det er dine erfaringer fra de fem siste årene som er i fokus. Fritidsflåten omfattes ikke av denne undersøkelsen.

Du vil trenge omtrent 15 minutter på å gjennomføre undersøkelsen. Les spørsmålene nøye før du svarer.

Takk for at du tar deg tid til å svare.

Spørreskjema

1) * Velg den stillingen eller arbeidsområdet som best representerer din seilingstid i, eller ditt arbeid med, norske farvann de siste fem årene.

- ☐ Vaktgående navigatør / broteam
- ☐ Øvrig seilende besetning
- ☐ Los
- ☐ Trafikkleder i sjøtrafikksentralen (VTS)
- ☐ Rederikontor
- ☐ Myndighet
- ☐ Annet (havn, forsikring, vareeier, sertifisering, etc.)

2) * Hva er din nasjonalitet?

- ☐ Norsk
- ☐ Annet

3) * Hvilket flagg har du hovedsakelig seilt under de siste fem årene?

- ☐ Norsk (NOR/NIS)
- ☐ Annet

4) * Hvordan har dine seilaser i norske farvann i hovedsak blitt gjennomført de siste fem årene?

- ☐ Transitseilaser gjennom norsk farvann
- ☐ Lospliktig (med los)
- ☐ Lospliktig (med farledsbevis)
- ☐ Ikke lospliktig
- ☐ Vet ikke

5) * Hva er din totale fartstid i, eller totale tid i arbeid med, norske farvann?

- ☐ 0-4 år
- ☐ 5-9 år
- ☐ 10-14 år
- ☐ 15-19 år
- ☐ 20 år eller mer

6) * Hva er din alder?

- ☐ 0-24 år
- ☐ 25-29 år
- ☐ 30-39 år
- ☐ 40-49 år
- ☐ 50-59 år
- ☐ 60 år eller eldre

7) * I løpet av de fem siste årene, hvilken fartøystype har du hatt mest befatning med?

- ☐ Bulkskip
- ☐ Cruiseskip
- ☐ Fiskefartøy
- ☐ Gasstanker
- ☐ Hurtiggående passasjerskip
- ☐ Andre passasjerskip (ferje, bilferje, etc.)
- ☐ Kjemikalietanker
- ☐ Kjøle-/fryseskip
- ☐ Kontainerskip
- ☐ Offshore supplyskip
- ☐ Andre offshore serviceskip
- ☐ Produkttanker
- ☐ Ro-Ro lasteskip
- ☐ Råoljetanker
- ☐ Stykkgodsskip
- ☐ Annen aktivitet

8) * Gitt ditt svar på forrige spørsmål, velg tilsvarende skipslengdekategori:

- ☐ < 15 m
- ☐ < 24 m
- ☐ < 70 m
- ☐ < 150 m
- ☐ 150 m eller over

9) * Gitt de fem siste årene, hvilke seilingsområde(r) har du hovedsakelig erfaring fra/arbeidet med?

- ☐ Svalbard
- ☐ Barentshavet
- ☐ Norskehavet
- ☐ Nordsjøen
- ☐ Kysten av Viken, Oslo, Vestfold og Telemark og Agder
- ☐ Kysten av Rogaland og Vestland
- ☐ Kysten av Møre og Romsdal og Trøndelag
- ☐ Kysten av Nordland
- ☐ Kysten av Troms og Finnmark

10) * Hva er din omtrentlige totale seilingstid i norske farvann de siste fem årene?

- ☐ Mindre enn én måned i året
- ☐ Omtrent tre måneder i året
- ☐ Omtrent seks måneder i året
- ☐ Mer enn seks måneder i året

Grunnstøting under motorkraft - Årsaker

I denne delen av undersøkelsen blir du spurt om å rangere ulike årsaker i forbindelse med grunnstøting under motorkraft.

Grunnstøting under motorkraft defineres som kontakt mellom skip og havbunn/skjær mens skipet har framdrift fra fremdriftssystemene ombord.

Hver årsak skal vurderes på en skala fra 1 til 5, hvor 1 tilsvarer svært lav virkning og 5 tilsvarer svært høy virkning.

11) * Hvordan vil du vurdere de ulike ikke-tekniske årsakenes virkning på risikoen for grunnstøting (under motorkraft)?

	1 - Svært lav virkning	2	3	4	5 - Svært høy virkning	Vet ikke
Språk/kulturforskjeller	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Tretthet (fatigue)	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Mangelfull brobemanning	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Manglende erfaring/trening av mannskap	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Stress	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Tilgjengelig tid for å utføre oppgaven	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Manglende prosedyrer	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Dårlig arbeidsmiljø	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Redusert årvåkenhet	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Mangelfull kommunikasjon	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Lav brukervennlighet (utstyr)	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Rus	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Bevisst handling	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Manglende/mangelfullt regelverk og standarder	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Mangelfull sikkerhetskultur	☒	☒	☒	☒	☒	☒

12) * Hvordan vil du vurdere de ulike tekniske sviktene sin virkning på risikoen for grunnstøting (under motorkraft)?

	1 - Svært lav virkning	2	3	4	5 - Svært høy virkning	Vet ikke
Brovaktalarmsystem avslått eller ute av drift	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Strømbrydd	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Feil/mangel på fremdriftssystem	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mangelfull eller feil informasjon i sjøkart/ECDIS	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mangelfull eller feil dybde data i sjøkart/ECDIS	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Feil/mangel på ror/styresystem	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Feil/mangel på navigasjonssystem bro	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Feil/mangel på nautisk informasjon	☐	☐	☐	☐	☐	☐

13) * Hvordan vil du vurdere de ulike ytre faktorenes virkning på risikoen for grunnstøting (under motorkraft)?

	1 - Svært lav virkning	2	3	4	5 - Svært høy virkning	Vet ikke
Mangelfull informasjon fra VTS	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dårlig sikt	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vind, bølger, strøm	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Komplekst trafikkbilde	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Is/Isforhold	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Trangt/komplekst farvann	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Flytende gjenstander	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mangelfull farledsmerking	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Feil på fyr/merking	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Feil på annet skip (teknisk/operasjonelt)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mangelfull informasjon fra los	☐	☐	☐	☐	☐	☐

14) Hvordan vil du rangere de ulike årsakskategoriene i forhold til hverandre?

Plasser kategoriene i en stigende rekkefølge, med den du mener bidrar mest øverst.

	1	2	3
Ikke-teknisk	☐	☐	☐
Teknisk	☐	☐	☐
Ytre faktorer	☐	☐	☐

Grunnstøting under motorkraft - Tiltak

I denne delen av undersøkelsen blir du spurt om å rangere ulike tiltak i forbindelse med grunnstøting under motorkraft.

Grunnstøting under motorkraft defineres som kontakt mellom skip og havbunn mens skipet har framdrift fra fremdriftssystemene ombord.

Hvert tiltak skal vurderes på en skala fra 1 til 5, hvor 1 tilsvarer svært lav effekt og 5 tilsvarer svært høy effekt.

15) * Hvilken risikoreduserende effekt mener du de følgende av Kystverkets tiltak har for grunnstøting (under motorkraft)?

	1 - Svært lav effekt	2	3	4	5 - Svært høy effekt	Vet ikke
Fyr/lykter (navigasjonsinnretninger med lys)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sjømerker (navigasjonsinnretninger uten lys)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lostjeneste	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Farledsbevis	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sjøtrafikksentral (VTS) (detektering og varsling)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Trafikkseparasjon (TSS)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Andre ferdselsbegrensninger (under gitte værforhold, tidsperioder, avgrensede områder, basert på begrensninger i skipets dimensjoner, last, eller en kombinasjon av disse)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Slepebåtberedskap	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nautisk informasjon (f.eks. farer, bunnforhold, anbefalte seilingsruter, strømforhold osv.)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Farledsutbedringer	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lov- eller forskiftsregulering (f.eks. påbud eller forbud)	☐	☐	☐	☐	☐	☐

16) * Hvilken risikoreduserende effekt mener du de følgende tiltakene har for grunnstøting (under motorkraft)?

Listen inneholder andre tiltak enn de som er Kystverkets ansvarsområde.

	1 - Svært lav effekt	2	3	4	5 - Svært høy effekt	Vet ikke
At utkikk og navigatør er årvåken under seilasen	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At navigatøren aktivt bruker instrumentene på bro (radar og ECDIS)	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At det er enkelt å stille inn instrumentene på bro (radar og ECDIS med grunnstøtingsalarm)	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At oppgaver og ansvar er tydelig avklart mellom mannskap på bro	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At brovaktalarmen fungerer etter intensjonen	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At sjøkartene inneholder nødvendig informasjon for sikker navigasjon	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At GPS-posisjonen er nøyaktig og troverdig	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At seilingsplanen er lagt inn i ECDIS før seilasen	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At instrumentene på bro overvåker seilasen og gir alarm ved store avvik eller fare	☒	☒	☒	☒	☒	☒

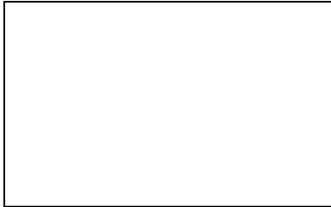
17) * Hvilken risikoreduserende effekt vil forbedring av de følgende av Kystverkets tiltak ha for grunnstøting (under motorkraft)?

I dette spørsmålet skal du vurdere hvor stor effekt en forbedring av Kystverkets tiltak vil ha.

	1 - Svært lav effekt	2	3	4	5 - Svært høy effekt	Vet ikke
Opprettholde og fornye eksisterende fyr/lykter langs norskekysten	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Forbedre merking av skjær og andre farer	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Utvidet bruk av lostjenesten	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Strengere krav tilknyttet farledsbevis (fartøystyper/fartøystørrelse og sertifisering)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Utvide bruken av Sjøtrafikksentraler (VTS) (nye VTS-områder, øke eksisterende VTS-områder)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Økt bruk av rutetiltak (trafikkseparasjon (TSS), aktsomhetsområder, forbudsområder og anbefalte ruter)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Økt bruk av andre ferdselsbegrensninger (under gitte værforhold, tidsperioder, avgrensede områder, basert på begrensninger i skipets dimensjoner, last, eller en kombinasjon av disse)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Utvidelse av den eksisterende slepebåtreskappen (f.eks. flere fartøyer, lavere responsterskel)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Forbedre informasjonskvaliteten/-tilgangen til nautisk informasjon (f.eks. farer, bunnforhold, anbefalte seilingsruter, strømforhold osv.)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Øke innsatsen på å fjerne skjær og andre farer i ledene	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Utvikling av lov- eller forskriftsregulering (f.eks. påbud eller forbud)	☐	☐	☐	☐	☐	☐

18) Vennligst sett opp en liste over helt nye tiltak, eller endring i eksisterende tiltak, som du tror kan redusere risikoen for grunnstøting under motorkraft.

Du står helt fritt til å tenke uavhengig av Kystverkets ansvarsområde og begrensninger som kostnader eller lignende.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the user to list new measures or changes to existing measures.

Kollisjon mellom skip - Årsaker

I denne delen av undersøkelsen blir du spurt om å rangere ulike årsaker i forbindelse med kollisjon.

Kollisjon defineres som en hendelse der skipet kolliderer med et annet skip, eller en flytende eller drivende gjenstand. Kontaktskader som eksempelvis sammenstøt med kai, anses ikke som en navigasjonsulykke og omfattes ikke av denne spørreundersøkelsen.

Hver årsak skal vurderes på en skala fra 1 til 5, hvor 1 tilsvarer svært lav virkning og 5 tilsvarer svært høy virkning

19) * Hvordan vil du vurdere de ulike ikke-tekniske årsakenes virkning på risikoen for kollisjon?

	1 - Svært lav virkning	2	3	4	5 - Svært høy virkning	Vet ikke
Språk/kulturforskjeller	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tretthet (fatigue)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mangelfull brobemanning	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Manglende erfaring/trening av mannskap	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Stress	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tilgjengelig tid for å utføre oppgaven	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Manglende prosedyrer	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dårlig arbeidsmiljø	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Redusert årvåkenhet	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mangelfull kommunikasjon	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lav brukervennlighet (utstyr)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Rus	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bevisst handling	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Manglende/mangelfullt regelverk og standarder	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mangelfull sikkerhetskultur	☐	☐	☐	☐	☐	☐

20) * Hvordan vil du vurdere de ulike tekniske sviktene sin virkning på risikoen for kollisjon?

	1 - Svært lav virkning	2	3	4	5 - Svært høy virkning	Vet ikke
Strømbrydd/blackout	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Feil/mangel på fremdriftssystem	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Feil/mangel på navigasjonssystem bro	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Feil/mangel på ror/styresystem	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Feil/mangel på nautisk informasjon	☐	☐	☐	☐	☐	☐

21) * Hvordan vil du vurdere de ulike ytre faktorenes virkning på risikoen for kollisjon?

	1 - Svært lav virkning	2	3	4	5 - Svært høy virkning	Vet ikke
Mangelfull informasjon fra VTS	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dårlig sikt	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vind, bølger, strøm	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Komplekst trafikkbilde	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Is/Isforhold	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Trangt/komplekst farvann	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mangelfull farledsmerking	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Feil på fyr/merking	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mangelfull informasjon fra los	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Feil på annet skip (teknisk/operasjonelt)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Flytende gjenstander	☐	☐	☐	☐	☐	☐

22) Hvordan vil du rangere de ulike årsakskategoriene i forhold til hverandre?

Plasser kategoriene i en stigende rekkefølge, med den du mener bidrar mest øverst.

	1	2	3
Ikke-teknisk	☐	☐	☐
Teknisk	☐	☐	☐
Ytre faktorer	☐	☐	☐

Kollisjon mellom skip - Tiltak

I denne delen av undersøkelsen blir du spurt om å rangere ulike tiltak i forbindelse med kollisjon.

Kollisjon defineres som en hendelse der skipet kolliderer med et annet skip, eller en flytende eller drivende gjenstand. Kontaktskader som eksempelvis sammenstøt med kai, anses ikke som en navigasjonsulykke og omfattes ikke av denne spørreundersøkelsen.

Hvert tiltak skal vurderes på en skala fra 1 til 5, hvor 1 tilsvarer svært lav effekt og 5 tilsvarer svært høy effekt.

23) * Hvilken risikoreduserende effekt mener du de følgende av Kystverkets tiltak har for kollisjon?

	1 - Svært lav effekt	2	3	4	5 - Svært høy effekt	Vet ikke
Fyr/lykter (navigasjonsinnretninger med lys)	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Sjømerker (navigasjonsinnretninger uten lys)	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Lostjeneste	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Farledsbevis	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Sjøtrafikksentral (VTS) (detektering og varsling)	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Trafikkseparasjon (TSS)	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Andre ferdselsbegrensninger (under gitte værforhold, tidsperioder, avgrensede områder, basert på begrensninger i skipets dimensjoner, last, eller en kombinasjon av disse)	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Nautisk informasjon (f.eks. farer, bunnforhold, anbefalte seilingsruter, strømforhold osv.)	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Farledsutbedringer	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Lov- eller forskriftsregulering (f.eks. påbud eller forbud)	☒	☒	☒	☒	☒	☒

24) * Hvilken risikoreduserende effekt mener du de følgende tiltakene har for kollisjon?

Listen inneholder andre tiltak enn de som er Kystverkets ansvarsområde.

	1 - Svært lav effekt	2	3	4	5 - Svært høy effekt	Vet ikke
At utkikk og navigatør er årvåken under seilasen	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At navigatøren aktivt bruker instrumentene på bro (radar med ARPA og ECDIS med AIS)	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At det er enkelt å stille inn instrumentene på bro (radar med ARPA og ECDIS med AIS)	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At oppgaver og ansvar er tydelig avklart mellom mannskap på bro	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At brovaktalarmen fungerer etter intensjonen	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At sjøveisreglene bestemmer hvordan skip skal seile for å unngå kollisjon	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At det er enkelt å identifisere skip med tanke på kommunikasjon	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At standardfraser benyttes for kommunikasjon mellom skip	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At sjøkartene inneholder nødvendig informasjon for sikker navigasjon	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At GPS-posisjonen er nøyaktig og troverdig	☒	☒	☒	☒	☒	☒
At instrumentene på bro overvåker seilasen og gir alarm ved store avvik eller fare	☒	☒	☒	☒	☒	☒

25) * Hvilken risikoreduserende effekt vil forbedring av de følgende av Kystverkets tiltak ha for kollisjon?

I dette spørsmålet skal du vurdere hvor stor effekt en forbedring av Kystverkets tiltak vil ha.

	1 - Svært lav effekt	2	3	4	5 - Svært høy effekt	Vet ikke
Opprettholde og fornye eksisterende fyr/lykter langs norskekysten	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Forbedre merking av skjær og andre farer	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Utvidet bruk av av lostjenesten	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Strengere krav tilknyttet farledsbevis (fartøystyper/fartøystørrelse og sertifisering)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Utvide bruken av Sjøtrafikksentraler (VTS) (nye VTS-områder, øke eksisterende VTS-områder)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Økt bruk av rutetiltak (trafikkseparasjon (TSS), aktsomhetsområder, forbudsområder og anbefalte ruter)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Økt bruk av andre ferdselsbegrensninger (under gitte værforhold, tidsperioder, avgrensede områder, basert på begrensninger i skipets dimensjoner, last, eller en kombinasjon av disse)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Forbedre informasjonskvaliteten/-tilgangen til nautisk informasjon (f.eks. farer, bunnforhold, anbefalte seilingsruter, strømforhold osv.)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Øke innsatsen på å fjerne skjær og andre farer i ledene	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Utvikling av lov- eller forskriftsregulering (f.eks. påbud eller forbud)	☐	☐	☐	☐	☐	☐

26) Vennligst sett opp en liste over helt nye tiltak, eller endring i eksisterende tiltak, som du tror kan redusere risikoen for kollisjon.

Du står helt fritt til å tenke uavhengig av Kystverkets ansvarsområde og begrensninger som kostnader eller lignende.

Drivende grunnstøting - Tiltak

I denne delen av undersøkelsen blir du spurt om å rangere ulike tiltak i forbindelse med drivende grunnstøting.

Drivende grunnstøting defineres som kontakt mellom skip og havbunn/skjær mens skipet er forhindret i å endre kurs eller hastighet.

Hvert tiltak skal vurderes på en skala fra 1 til 5, hvor 1 tilsvarer svært lav effekt og 5 tilsvarer svært høy effekt.

27) * Hvilken risikoreduserende effekt mener du de følgende tiltakene har for drivende grunnstøting?

	1 - Svært lav effekt	2	3	4	5 - Svært høy effekt	Vet ikke
Bedre kunnskap og forståelse av årsaker til blackout/motorhavari/tap av fremdriftsmaskineri	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Hyppigere og bedre opplæring/trening innen 'blackout recovery' prosedyrer (innen dieselelektriske systemer)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Hyppigere og mer relevant blackout testing (innen dieselelektriske systemer)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Forbedring av teknisk vedlikehold og tilstand (motor, tavle, generator og fremdriftsmaskineri)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Krav til mer sofistikerte sikkerhetsmekanismer ombord (klassenotasjoner, generatorvern-beskyttelse, etc.) (innen dieselelektriske systemer)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Økt bruk av rutetiltak (Trafikkseparasjon (TSS), aktsomhetsområder, forbudsområder og anbefalte ruter)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Økt bruk av andre ferdselsbegrensninger (under gitte værforhold, tidsperioder, avgrensede områder, basert på begrensninger i skipets dimensjoner, last, eller en kombinasjon av disse)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bedre risikovurderinger i forkant av seilas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Utvidelse av den eksisterende slepebåtreddskapen (f.eks. flere fartøyer, lavere responsterskel)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Utvide bruken av Sjøtrafikksentraler (VTS) (nye VTS-områder, øke eksisterende VTS-områder)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Utvikling av lov- eller forskriftsregulering (f.eks. påbud eller forbud)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Utvidet bruk av av lostjenesten	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mer detaljerte og lett tilgjengelige værtjenester	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tilgang til kvalitetssikret informasjon om tilgjengelige ressurser, deres kompetanse, utstyr og posisjon	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Utvidet bruk av seilasplanlegging (Voyage planning)	☐	☐	☐	☐	☐	☐

28) Vennligst sett opp en liste over helt nye tiltak, eller endring i eksisterende tiltak, som du tror kan redusere risikoen for drivende grunnstøting.

Du står helt fritt til å tenke uavhengig av Kystverkets ansvarsområde og begrensninger som kostnader eller lignende.

Autonome skip

I denne delen av undersøkelsen blir du stilt spørsmål som omhandler autonome skip i norske farvann.

Med 'autonome skip' menes fartøy med eller uten besetning hvor digitale systemer har fått oppgaven å ta beslutninger som er nødvendige for å kunne gjennomføre skipets oppdrag.

Ranger følgende påstand:

29) * Økt bruk av autonome skip vil bidra til å bedre sjøsikkerheten

☐ Helt uenig
 ☐ Delvis uenig
 ☐ Nøytral
 ☐ Delvis enig
 ☐ Helt enig
 ☐ Vet ikke

30) * I hvilken grad mener du de følgende av Kystverkets tiltak vil ha en risikoreduserende effekt for ulykker med autonome fartøy?

Hvert tiltak skal vurderes på en skala fra 1 til 5, hvor 1 tilsvarer svært lav effekt og 5 tilsvarer svært høy effekt.

	1 - Svært lav effekt	2	3	4	5 - Svært høy effekt	Vet ikke
Sjøtrafikksentral (VTS) (detektering og varsling)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Trafikkseparasjon (TSS)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Andre ferdselsbegrensninger (under gitte værforhold, tidsperioder, avgrensede områder, basert på begrensninger i skipets dimensjoner, last, eller en kombinasjon av disse)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Slepebåtberedskap	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nautisk informasjon (f.eks. farer, bunnforhold, anbefalte seilingsruter, strømforhold osv.)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lov- eller forskiftsregulering (f.eks. påbud og forbud)	☐	☐	☐	☐	☐	☐

31) Med tanke på sjøsikkerhet, hva ser du for deg blir de største utfordringene med å seile i områder med autonome fartøy?

32) Gitt svaret ditt på forrige spørsmål, hvilke tiltak ser du for deg har størst risikoreducerende effekt?

Nye energibærere

I denne delen av undersøkelsen blir du stilt spørsmål som omhandler nye energibærere på skip i norske farvann. Med 'nye energibærere' menes både LNG og batteri som benyttes av flere skip i dag, men også ammoniakk, hydrogen og metanol som forventes introdusert de neste årene.

Ranger følgende påstander fra helt uenig til helt enig:

33) * Jeg føler meg trygg under seilas i farvann sammen med andre skip som benytter seg av nye energibærere

☐ Helt uenig ☐ Delvis uenig ☐ Nøytral ☐ Delvis enig ☐ Helt enig ☐ Vet ikke

34) * Jeg føler meg trygg når jeg jobber på skip som benytter seg av nye energibærere

☐ Helt uenig ☐ Delvis uenig ☐ Nøytral ☐ Delvis enig ☐ Helt enig ☐ Vet ikke

35) * I hvilken grad mener du de følgende av Kystverkets tiltak har en risikoreduserende effekt for ulykker med fartøy med nye energibærere?

Hvert tiltak skal vurderes på en skala fra 1 til 5, hvor 1 tilsvarer svært lav effekt og 5 tilsvarer svært høy effekt.

	1 - Svært lav effekt	2	3	4	5 - Svært høy effekt	Vet ikke
Lostjeneste	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sjøtrafikksentral (VTS) (detektering og varsling)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Trafikkseparasjon (TSS)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Andre ferdselsbegrensninger (under gitte værforhold, tidsperioder, avgrensede områder, basert på begrensninger i skipets dimensjoner, last, eller en kombinasjon av disse)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Slepebåtberedskap	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nautisk informasjon (f.eks. farer, bunnforhold, anbefalte seilingsruter, strømforhold osv.)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lov- eller forskiftsregulering (f.eks. påbud og forbud)	☐	☐	☐	☐	☐	☐

36) Vennligst sett opp en liste over helt nye tiltak, eller endring i eksisterende tiltak, som du tror kan redusere risikoen ved bruk av nye energibærere

Du står helt fritt til å tenke uavhengig av Kystverkets ansvarsområde og begrensninger som kostnader eller lignende.

Opplevd risiko

Målet for forebyggende sjøsikkerhet er å beskytte mennesker og miljø ved å forhindre ulykker til sjøs.

Stikkord: skipstekniske, navigasjonstekniske, menneskelige, organisasjonsmessige, miljømessige og ytre faktorer

37) Hva mener du er de største utfordringene for sjøsikkerheten?



38) Hvilken utvikling ser du på skipstrafikken mot 2040 med hensyn til sjøsikkerhet?

Stikkord: rutevalg, område, antall fartøy langs kysten, fartøystørrelse, type last, drivstoff sammensetning, robusthet i skrog og fartøysmaskineri, kompetanse og kultur hos mannskap.





DNV

VEDLEGG B

Korrelasjonsanalyse

Kollisjon - Årsaker

	21.1	21.2	21.3	21.4	21.5	21.6	21.7	21.8	21.9	21.10	21.11	21.12	21.13	21.14	21.15	22.1	22.2	22.3	22.4	22.5	23.1	23.2	23.3	23.4	23.5	23.6	23.7	23.8	23.9	23.10	23.11
21.1	1	0,287	0,266	0,387	0,266	0,261	0,203	0,202	0,226	0,401	0,216	0,156	0,149	0,15	0,218	0,166	0,184	0,216	0,192	0,124	0,209	0,219	0,2	0,302	0,137	0,181	0,134	0,12	0,162	0,221	0,15
21.2	0,287	1	0,493	0,312	0,486	0,373	0,253	0,209	0,46	0,315	0,308	0,3	0,166	0,227	0,275	0,326	0,345	0,328	0,31	0,214	0,208	0,264	0,257	0,317	0,23	0,281	0,278	0,284	0,206	0,232	0,212
21.3	0,266	0,493	1	0,462	0,429	0,464	0,405	0,325	0,358	0,292	0,34	0,243	0,199	0,302	0,356	0,252	0,301	0,315	0,322	0,246	0,22	0,27	0,242	0,245	0,315	0,308	0,269	0,273	0,322	0,282	0,226
21.4	0,387	0,312	0,462	1	0,444	0,421	0,334	0,383	0,458	0,409	0,338	0,286	0,273	0,286	0,423	0,253	0,317	0,331	0,308	0,233	0,24	0,27	0,193	0,269	0,274	0,254	0,225	0,221	0,285	0,28	0,208
21.5	0,266	0,486	0,429	0,444	1	0,604	0,39	0,394	0,474	0,429	0,406	0,349	0,322	0,293	0,36	0,348	0,358	0,416	0,34	0,313	0,265	0,285	0,273	0,399	0,309	0,336	0,31	0,303	0,241	0,304	0,297
21.6	0,261	0,373	0,464	0,421	0,604	1	0,379	0,428	0,371	0,353	0,425	0,313	0,289	0,339	0,348	0,299	0,324	0,367	0,321	0,351	0,279	0,271	0,313	0,334	0,355	0,32	0,342	0,307	0,264	0,323	0,29
21.7	0,203	0,253	0,405	0,334	0,39	0,379	1	0,576	0,309	0,375	0,419	0,393	0,36	0,576	0,59	0,283	0,32	0,364	0,331	0,4	0,314	0,186	0,285	0,243	0,422	0,262	0,336	0,352	0,45	0,33	0,343
21.8	0,202	0,209	0,325	0,383	0,394	0,428	0,576	1	0,352	0,356	0,431	0,394	0,378	0,452	0,524	0,252	0,299	0,294	0,29	0,388	0,282	0,196	0,28	0,239	0,379	0,228	0,329	0,324	0,405	0,317	0,329
21.9	0,226	0,46	0,358	0,458	0,474	0,371	0,309	0,352	1	0,497	0,357	0,375	0,22	0,242	0,379	0,275	0,284	0,31	0,332	0,196	0,24	0,255	0,168	0,271	0,21	0,295	0,253	0,248	0,222	0,285	0,146
21.10	0,401	0,315	0,292	0,409	0,429	0,353	0,375	0,356	0,497	1	0,408	0,331	0,249	0,304	0,38	0,263	0,31	0,32	0,321	0,251	0,32	0,258	0,24	0,376	0,249	0,257	0,247	0,224	0,278	0,328	0,246
21.11	0,216	0,308	0,34	0,338	0,406	0,425	0,419	0,431	0,357	0,408	1	0,472	0,382	0,458	0,366	0,319	0,344	0,455	0,401	0,442	0,343	0,28	0,29	0,285	0,419	0,261	0,412	0,419	0,382	0,383	0,354
21.12	0,156	0,3	0,243	0,286	0,349	0,313	0,393	0,394	0,375	0,331	0,472	1	0,542	0,499	0,469	0,371	0,382	0,368	0,46	0,368	0,341	0,178	0,193	0,225	0,372	0,238	0,403	0,445	0,429	0,373	0,397
21.13	0,149	0,166	0,199	0,273	0,322	0,289	0,36	0,378	0,22	0,249	0,382	0,542	1	0,546	0,377	0,318	0,352	0,381	0,384	0,417	0,337	0,11	0,222	0,21	0,462	0,215	0,421	0,472	0,434	0,356	0,464
21.14	0,15	0,227	0,302	0,286	0,293	0,339	0,576	0,452	0,242	0,304	0,458	0,499	0,546	1	0,568	0,316	0,352	0,425	0,393	0,49	0,41	0,164	0,278	0,252	0,465	0,247	0,417	0,474	0,484	0,353	0,463
21.15	0,218	0,275	0,356	0,423	0,36	0,348	0,59	0,524	0,379	0,38	0,366	0,469	0,377	0,566	1	0,271	0,313	0,366	0,329	0,356	0,338	0,265	0,249	0,313	0,371	0,292	0,333	0,366	0,403	0,337	0,334
22.1	0,166	0,326	0,252	0,253	0,348	0,299	0,283	0,252	0,275	0,263	0,319	0,371	0,318	0,316	0,271	1	0,827	0,561	0,716	0,436	0,255	0,336	0,355	0,262	0,38	0,307	0,429	0,484	0,36	0,527	0,418
22.2	0,184	0,345	0,301	0,317	0,358	0,324	0,32	0,299	0,284	0,31	0,344	0,382	0,352	0,352	0,313	0,827	1	0,603	0,781	0,458	0,26	0,329	0,392	0,276	0,391	0,326	0,432	0,487	0,389	0,54	0,399
22.3	0,216	0,328	0,315	0,331	0,416	0,367	0,364	0,294	0,31	0,32	0,455	0,368	0,381	0,425	0,366	0,561	0,603	1	0,64	0,619	0,345	0,312	0,352	0,357	0,422	0,328	0,492	0,54	0,434	0,443	0,444
22.4	0,192	0,31	0,322	0,308	0,34	0,321	0,331	0,29	0,332	0,321	0,401	0,46	0,384	0,393	0,329	0,716	0,781	0,64	1	0,456	0,323	0,308	0,32	0,275	0,368	0,305	0,442	0,519	0,443	0,555	0,439
22.5	0,124	0,214	0,246	0,233	0,313	0,351	0,4	0,388	0,196	0,251	0,442	0,368	0,417	0,49	0,356	0,436	0,458	0,619	0,456	1	0,371	0,265	0,432	0,266	0,457	0,282	0,519	0,578	0,481	0,399	0,486
23.1	0,209	0,208	0,22	0,24	0,265	0,279	0,314	0,282	0,24	0,32	0,343	0,341	0,337	0,41	0,338	0,255	0,26	0,345	0,323	0,371	1	0,294	0,251	0,394	0,377	0,339	0,346	0,4	0,501	0,344	0,364
23.2	0,219	0,264	0,27	0,27	0,285	0,271	0,186	0,196	0,255	0,258	0,28	0,178	0,11	0,164	0,265	0,336	0,329	0,312	0,308	0,265	0,294	1	0,572	0,574	0,367	0,487	0,26	0,252	0,216	0,372	0,32
23.3	0,2	0,257	0,242	0,193	0,273	0,313	0,285	0,28	0,168	0,24	0,29	0,193	0,222	0,278	0,249	0,355	0,392	0,352	0,32	0,432	0,251	0,572	1	0,489	0,53	0,485	0,438	0,404	0,304	0,376	0,429
23.4	0,302	0,317	0,245	0,269	0,399	0,334	0,243	0,239	0,271	0,376	0,285	0,225	0,21	0,252	0,313	0,282	0,276	0,357	0,275	0,266	0,394	0,574	0,489	1	0,431	0,591	0,292	0,271	0,254	0,368	0,398
23.5	0,137	0,23	0,315	0,274	0,309	0,355	0,422	0,379	0,21	0,249	0,419	0,372	0,462	0,465	0,371	0,38	0,391	0,422	0,368	0,457	0,377	0,367	0,53	0,431	1	0,411	0,514	0,52	0,496	0,412	0,55
23.6	0,181	0,281	0,308	0,254	0,336	0,32	0,262	0,228	0,295	0,257	0,261	0,238	0,215	0,247	0,292	0,307	0,326	0,328	0,305	0,282	0,339	0,487	0,485	0,591	0,411	1	0,404	0,337	0,311	0,31	0,33
23.7	0,134	0,278	0,269	0,225	0,31	0,342	0,336	0,329	0,253	0,247	0,412	0,403	0,421	0,417	0,333	0,429	0,432	0,492	0,442	0,519	0,346	0,26	0,438	0,292	0,514	0,404	1	0,789	0,523	0,419	0,524
23.8	0,12	0,184	0,273	0,221	0,303	0,307	0,352	0,324	0,248	0,224	0,419	0,445	0,472	0,474	0,366	0,484	0,487	0,54	0,519	0,578	0,4	0,252	0,404	0,271	0,52	0,337	0,789	1	0,631	0,45	0,565
23.9	0,162	0,206	0,322	0,285	0,241	0,264	0,45	0,405	0,222	0,278	0,382	0,429	0,434	0,484	0,403	0,36	0,389	0,434	0,443	0,481	0,501	0,216	0,304	0,254	0,496	0,311	0,523	0,631	1	0,453	0,499
23.10	0,221	0,232	0,282	0,28	0,304	0,323	0,33	0,317	0,285	0,328	0,383	0,373	0,356	0,353	0,337	0,527	0,54	0,443	0,555	0,399	0,344	0,372	0,376	0,368	0,412	0,31	0,419	0,45	0,453	1	0,529
23.11	0,15	0,212	0,226	0,208	0,297	0,29	0,343	0,329	0,146	0,246	0,354	0,397	0,464	0,463	0,334	0,418	0,399	0,444	0,439	0,486	0,364	0,32	0,429	0,398	0,55	0,33	0,524	0,565	0,499	0,529	1

Grunnstøting under motorkraft - Årsaker

	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	11.10	11.11	11.12	11.13	11.14	11.15	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	13.10	13.11	
11.1	1	0.283	0.242	0.287	0.24	0.305	0.226	0.215	0.202	0.443	0.208	0.192	0.181	0.208	0.251	0.196	0.09	0.134	0.178	0.178	0.159	0.221	0.178	0.174	0.168	0.207	0.27	0.162	0.167	0.185	0.147	0.144	0.168	0.168	
11.2	0.283	1	0.557	0.391	0.498	0.44	0.276	0.228	0.491	0.284	0.297	0.286	0.111	0.191	0.326	0.294	0.194	0.288	0.202	0.169	0.282	0.279	0.208	0.175	0.229	0.216	0.297	0.123	0.305	0.121	0.192	0.236	0.15	0.213	
11.3	0.242	0.557	1	0.431	0.423	0.465	0.353	0.354	0.421	0.364	0.313	0.235	0.161	0.278	0.377	0.302	0.149	0.205	0.202	0.176	0.232	0.232	0.181	0.156	0.237	0.209	0.297	0.18	0.303	0.123	0.174	0.193	0.114	0.179	
11.4	0.287	0.391	0.431	1	0.455	0.395	0.365	0.41	0.426	0.443	0.406	0.38	0.203	0.301	0.438	0.193	0.258	0.282	0.267	0.243	0.3	0.317	0.3	0.177	0.145	0.184	0.17	0.232	0.211	0.187	0.218	0.243	0.194	0.329	
11.5	0.24	0.498	0.423	0.455	1	0.552	0.326	0.347	0.45	0.362	0.326	0.319	0.186	0.276	0.386	0.2	0.234	0.275	0.236	0.231	0.254	0.292	0.247	0.127	0.209	0.275	0.294	0.227	0.3	0.232	0.252	0.221	0.182	0.206	
11.6	0.305	0.44	0.465	0.395	0.552	1	0.331	0.39	0.391	0.37	0.377	0.302	0.214	0.32	0.376	0.243	0.144	0.176	0.254	0.233	0.182	0.241	0.251	0.202	0.187	0.22	0.323	0.22	0.245	0.243	0.237	0.23	0.123	0.23	
11.7	0.226	0.276	0.363	0.365	0.326	0.331	1	0.533	0.334	0.477	0.38	0.409	0.316	0.469	0.523	0.329	0.163	0.18	0.241	0.255	0.24	0.313	0.317	0.19	0.13	0.141	0.224	0.256	0.2	0.214	0.24	0.198	0.223	0.272	
11.8	0.215	0.228	0.354	0.41	0.347	0.39	0.533	1	0.454	0.494	0.472	0.478	0.327	0.442	0.536	0.271	0.321	0.247	0.355	0.329	0.321	0.357	0.406	0.31	0.22	0.22	0.251	0.309	0.219	0.282	0.344	0.321	0.273	0.373	
11.9	0.202	0.491	0.421	0.426	0.45	0.391	0.334	0.454	1	0.505	0.425	0.458	0.216	0.275	0.501	0.272	0.26	0.295	0.23	0.237	0.29	0.288	0.283	0.165	0.234	0.223	0.302	0.216	0.303	0.137	0.258	0.223	0.181	0.266	
11.10	0.443	0.284	0.343	0.443	0.362	0.37	0.477	0.494	0.505	1	0.469	0.375	0.328	0.414	0.508	0.266	0.214	0.237	0.251	0.272	0.292	0.365	0.353	0.258	0.211	0.201	0.312	0.293	0.303	0.228	0.301	0.241	0.235	0.313	
11.11	0.202	0.491	0.421	0.426	0.45	0.391	0.334	0.454	0.505	0.469	0.375	0.328	0.414	0.508	1	0.266	0.214	0.237	0.251	0.272	0.292	0.365	0.353	0.258	0.211	0.201	0.312	0.293	0.303	0.228	0.301	0.241	0.235	0.313	
11.12	0.286	0.235	0.38	0.319	0.302	0.409	0.478	0.585	0.375	0.466	0.446	0.303	0.443	0.508	0.266	1	0.331	0.464	0.427	0.449	0.43	0.48	0.447	0.447	0.288	0.185	0.18	0.244	0.38	0.182	0.328	0.452	0.437	0.58	0.457
11.13	0.181	0.111	0.161	0.203	0.186	0.214	0.316	0.327	0.216	0.328	0.309	0.49	0.487	0.378	0.266	0.331	1	0.305	0.419	0.442	0.339	0.394	0.393	0.305	0.103	0.127	0.221	0.353	0.165	0.34	0.327	0.349	0.278	0.435	
11.14	0.208	0.191	0.278	0.301	0.276	0.32	0.469	0.442	0.275	0.414	0.448	0.443	0.487	1	0.548	0.28	0.253	0.248	0.372	0.348	0.307	0.348	0.406	0.391	0.196	0.186	0.263	0.348	0.212	0.372	0.383	0.36	0.295	0.431	
11.15	0.251	0.236	0.377	0.438	0.386	0.376	0.523	0.536	0.501	0.508	0.423	0.51	0.378	0.548	1	0.351	0.306	0.334	0.327	0.303	0.271	0.341	0.392	0.307	0.222	0.235	0.26	0.299	0.277	0.279	0.397	0.315	0.272	0.376	
12.1	0.196	0.294	0.302	0.193	0.2	0.243	0.329	0.271	0.272	0.266	0.243	0.31	0.234	0.28	0.351	1	0.245	0.248	0.271	0.281	0.256	0.302	0.314	0.264	0.231	0.204	0.217	0.233	0.2	0.214	0.173	0.197	0.196	0.228	
12.2	0.09	0.194	0.149	0.258	0.234	0.144	0.163	0.321	0.26	0.214	0.317	0.464	0.317	0.253	0.306	0.245	1	0.73	0.455	0.467	0.681	0.531	0.471	0.295	0.287	0.245	0.282	0.349	0.245	0.34	0.449	0.471	0.41	0.438	
12.3	0.134	0.288	0.205	0.282	0.275	0.176	0.18	0.247	0.295	0.237	0.343	0.427	0.305	0.248	0.334	0.248	0.73	1	0.449	0.443	0.769	0.595	0.466	0.282	0.302	0.284	0.33	0.359	0.338	0.359	0.435	0.449	0.432	0.426	
12.4	0.178	0.202	0.202	0.267	0.236	0.254	0.241	0.355	0.2	0.251	0.349	0.449	0.419	0.372	0.327	0.271	0.455	0.449	1	0.853	0.499	0.589	0.621	0.35	0.184	0.238	0.331	0.428	0.265	0.371	0.514	0.527	0.301	0.519	
12.5	0.176	0.169	0.176	0.243	0.231	0.233	0.255	0.329	0.237	0.272	0.354	0.43	0.442	0.348	0.303	0.281	0.455	0.449	0.853	1	0.51	0.573	0.633	0.339	0.159	0.239	0.334	0.419	0.268	0.393	0.513	0.528	0.303	0.491	
12.6	0.202	0.202	0.2	0.27	0.262	0.24	0.27	0.354	0.262	0.302	0.377	0.449	0.449	0.348	0.303	0.281	0.455	0.449	0.51	0.573	1	0.711	0.573	0.339	0.159	0.239	0.334	0.419	0.268	0.393	0.513	0.528	0.303	0.491	
12.7	0.221	0.279	0.232	0.3	0.292	0.241	0.31	0.357	0.288	0.365	0.418	0.447	0.394	0.348	0.41	0.302	0.531	0.595	0.589	0.573	0.711	1	0.689	0.346	0.252	0.266	0.404	0.454	0.333	0.423	0.559	0.543	0.543	0.528	
12.8	0.178	0.208	0.181	0.3	0.247	0.251	0.317	0.406	0.283	0.353	0.442	0.473	0.393	0.406	0.392	0.34	0.571	0.466	0.621	0.633	0.572	0.689	0.689	0.406	0.253	0.307	0.361	0.454	0.299	0.408	0.543	0.367	0.505		
13.1	0.174	0.175	0.156	0.177	0.127	0.202	0.19	0.31	0.165	0.258	0.291	0.288	0.305	0.391	0.307	0.264	0.295	0.282	0.35	0.339	0.317	0.343	0.406	0.261	0.281	0.237	0.413	0.347	0.244	0.391	0.399	0.455	0.377	0.478	
13.2	0.168	0.229	0.237	0.145	0.209	0.187	0.13	0.22	0.234	0.211	0.29	0.185	0.103	0.196	0.222	0.231	0.287	0.302	0.184	0.159	0.287	0.256	0.253	0.261	0.261	0.607	0.467	0.391	0.446	0.267	0.284	0.295	0.274	0.273	
13.3	0.207	0.216	0.209	0.184	0.275	0.22	0.141	0.22	0.223	0.201	0.209	0.18	0.127	0.186	0.235	0.204	0.245	0.284	0.238	0.239	0.283	0.266	0.307	0.237	0.607	1	0.475	0.407	0.487	0.333	0.288	0.256	0.255	0.255	
13.4	0.27	0.297	0.218	0.17	0.294	0.323	0.224	0.251	0.302	0.312	0.307	0.244	0.221	0.263	0.26	0.217	0.282	0.33	0.331	0.334	0.308	0.406	0.361	0.413	0.467	0.475	0.308	0.469	0.557	0.464	0.4	0.358	0.376	0.404	
13.5	0.162	0.123	0.18	0.232	0.227	0.22	0.256	0.309	0.216	0.293	0.345	0.38	0.353	0.348	0.299	0.233	0.349	0.359	0.428	0.419	0.395	0.45	0.454	0.347	0.391	0.407	0.469	0.4	1.403	0.599	0.487	0.456	0.394	0.506	
13.6	0.167	0.305	0.303	0.211	0.3	0.245	0.2	0.219	0.303	0.218	0.371	0.182	0.165	0.212	0.277	0.2	0.245	0.338	0.265	0.268	0.319	0.333	0.299	0.344	0.446	0.487	0.557	0.403	1	0.328	0.376	0.288	0.262	0.308	
13.7	0.185	0.121	0.123	0.187	0.232	0.243	0.214	0.282	0.137	0.228	0.305	0.328	0.372	0.291	0.372	0.291	0.349	0.359	0.371	0.393	0.378	0.423	0.408	0.391	0.267	0.333	0.464	0.599	0.328	0.499	0.521	0.477	0.485	0.485	
13.8	0.147	0.202	0.181	0.252	0.237	0.24	0.231	0.282	0.137	0.228	0.305	0.328	0.372	0.291	0.372	0.291	0.349	0.359	0.371	0.393	0.378	0.423	0.408	0.391	0.267	0.333	0.464	0.599	0.328	0.499	0.521	0.477	0.485	0.485	
13.9	0.168	0.213	0.193	0.243	0.235	0.241	0.231	0.222	0.241	0.231	0.222	0.241	0.231	0.222	0.241	0.231	0.222	0.241	0.231	0.222	0.241	0.231	0.222	0.241	0.231	0.222	0.241	0.231	0.222	0.241	0.231	0.222	0.241	0.231	
13.10	0.168	0.15	0.114	0.194	0.182	0.13	0.223	0.273	0.181	0.235	0.259	0.298	0.278	0.259	0.272	0.196	0.411	0.432	0.301	0.293	0.472	0.435	0.567	0.377	0.274	0.255	0.376	0.394	0.262	0.477	0.427	0.457	1	0.496	
13.11	0.168	0.213	0.179	0.329	0.266	0.203	0.272	0.373	0.269	0.313	0.377	0.451	0.435	0.431	0.376	0.228	0.438	0.428	0.497	0.517	0.519	0.524	0.532	0.477	0.273	0.258	0.404	0.506	0.308	0.485	0.521	0.674	0.496		



Om DNV

Vi er et globalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering med tilstedeværelse i over 100 land. Vårt formål er å sikre liv, verdier og miljøet. Med vår unike tekniske ekspertise og uavhengighet bistår vi våre kunder med å forbedre sikkerhet, effektivitet og bærekraft.

Enten vi godkjenner et nytt skipsdesign, optimerer energiproduksjonen fra en vindmøllepark, analyserer sensordata fra en gassrørledning eller sertifiserer verdikjeden til en matprodusent, hjelper vi våre kunder med å ta gode og riktige beslutninger og øke tilliten til virksomheten, produktene og tjenestene deres. Verden er i endring. Vi kan påvirke utviklingen. Sammen skal vi takle de globale utfordringene og omstillingene vi vil møte.

SJØSIKKERHETSANALYSEN 2022

Årsaksanalyse av grunnstøtinger og kollisjoner i norsk farvann

Kystverket

Rapport Nr.: 2022-1236, Rev. 0

Dato: 2023-10-18



Prosjektnavn: Sjøsikkerhetsanalysen 2022
 Rapporttittel: Årsaksanalyse av grunnstøtinger og kollisjoner i norsk farvann
 Oppdragsgiver: Kystverket
 Kontaktperson: Trond Langemyr
 Dato: 2023-10-18
 Prosjektnr.: 10360876
 Org. enhet: Risk, Safety & Reliability
 Rapportnr.: 2022-1236, Rev. 0

DNV AS Maritime, Safety Advisory
 Safety, Risk & Reliability
 Veritasveien 1, 1363 Høvik, Norway

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):
 Rammeavtale Risikoanalyser 2020

Utført av:	Verifisert av:	Godkjent av:
 Eivind Larsen Sjefskonsulent	 Sondre Øie Sjefskonsulent	 Peter Nyegaard Hoffmann Avdelingsleder
 Ståle Skjemstad Sjefskonsulent	 Hans Jørgen Johnsrud Sjefskonsulent	
 Tor Magnus Michaelsen Konsulent		

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV 2023. Alle rettigheter forbeholdes DNV. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning.

DNV distribusjon:
☒ ÅPEN. Fri distribusjon, internt og eksternt.
☐ INTERN. Fri distribusjon internt i DNV.
☐ KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste*
☐ HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

Nøkkelord:
 Sjø sikkerhet, grunnstøting, kollisjon, ulykkesgranskning, navigasjonsulykker

*Distribusjonsliste:

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
A	2022-11-23	Draft rapport	STASKJ	SONDO/HAJOH	
B	2023-06-15	Oppdatert utkast basert på kommentarer	STASKJ	SONDO/HAJOH	
C	2023-09-01	Oppdatert utkast basert på kommentarer	STASKJ	SONDO/HAJOH	
0	2023-10-18	Endelig versjon	STASKJ	HAJOH	PHOFF

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG	1
2	INTRODUKSJON	5
2.1	Bakgrunn	5
2.2	Formål	5
2.3	Avgrensing av analysen	5
2.4	Oppbygning av rapport	6
2.5	Forkortelser	7
3	ÅRSAKSANALYSE BASERT PÅ KVALITATIV METODE.....	8
3.1	Metode	8
3.2	Omfang av kvalitativ analyse	12
3.3	Resultat fra kvalitativ analyse	16
4	ÅRSAKSANALYSEN BASERT PÅ ULYKKESSTATISTIKK.....	40
4.1	Ulykkesstatistikk – overordnet	40
4.2	Kvantitativ analyse	42
4.3	Direkte årsaker	46
4.4	Menneskelige faktorer (feilhandling) – direkte og indirekte	48
4.5	Utstyr (teknisk)	54
4.6	Ytre faktorer (ugunstige forhold)	57
4.7	Geografiske forskjeller	61
4.8	Oppsummering av resultater fra den kvantitative analysen	62
4.9	Sammenligning med kvantitativ analyse fra Årsaksanalysen 2014	64
5	REFERANSER.....	65

1 SAMMENDRAG

DNV har på vegne av Kystverket gjennomført en årsaksanalyse av grunnstøtinger og kollisjoner i norsk farvann. Rapporten inngår som del av prosjektet «Sjøsikkerhetsanalysen 2022», som skal bidra til å danne beslutningsgrunnlag for Kystverkets arbeid innen forebyggende sjøsikkerhet, og i tilknytning til prioriteringer mellom ulike typer tiltak og virkemidler i ulike områder.

Årsaksanalysen skal gi en forståelse av hvilke årsaker, i et samspill mellom menneskelige, tekniske og organisatoriske forhold, som fører til ulykker i norske farvann.

Analysen består av en kvalitativ analyse av ulike årsaksforhold hentet fra et utvalg av ulykkesrapporter, supplert med en statistisk analyse for hendelser i perioden 2014-2022. Det statistiske materialet fra Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU) inneholder begrenset informasjon om de bakenforliggende årsakene til de rapporterte hendelsene, men gir grunnlag for å se utviklingen siden forrige gang tilsvarende analyse ble gjennomført i 2014. Den tilfører den kvalitative analysen et kvantitativt perspektiv basert på et større datagrunnlag.

Den kvalitative analysen baserer seg på rapporter fra 57 hendelser ustedt av Statens Havarikommisjon (SHK) og Kystverket. Noen av rapportene som ble tilgjengeliggjort fra Kystverket har blitt tatt ut av analysen underveis i analysearbeidet. Dette fordi det var manglende detaljeringsgrad sett i forhold til grunnlag for å identifisere årsakssammenhenger. Selv om det gjeldende utvalget representerer en viss usikkerhet, er de i sum ansett som verdifull indikasjon på hva som er fremtredende årsaksforhold.

Hendelsene er analysert ved å benytte granskningsmetodikken M-SCAT. Dette er en metode som baseres på en forståelse av ulykker som et resultat av mangelfull kontroll ved virksomhetens styring og ledelse. Disse manglene påvirker forutsetninger for sikker jobbutførelse gjennom et sett av faktorer relatert til både menneskelig yteevne og jobb-/systemrelaterte forhold. Handlinger og ugunstige forhold som fører til ulykker er resultat av summen av dette. Metoden fokuserer derfor på virksomhetens evne til å tilrettelegge for sikker drift, i motsetning til å fokusere på menneskelig handling som primærårsak til ulykker.

M-SCAT legger til grunn at ulykker/hendelser som regel er et resultat av sammensatte årsaker. Den direkte årsaken til hendelsen kan sees på som den utløsende årsaken til at hendelsen inntreffer. Bakenforliggende årsaker er grunnleggende forhold og omstendigheter som har bidratt til hendelsen. Disse årsakene er igjen et resultat av manglende kontroll ved virksomhetens styringssystem og lederskap. Under direkte årsaker skilles det mellom handlinger og tekniske/eksterne forhold. De bakenforliggende årsakene inkludere både personrelatert og jobb/systemrelatert faktorer som i kombinasjon eller isolert har en påvirkning på tekniske forhold og menneskers handlinger. Det primære formålet med metoden er å kartlegge årsaksforhold for derigjennom identifisere tiltak for å forbedre virksomhetens evne til å tilrettelegge for sikker drift.

Den kvantitative analysen omfatter 680 hendelser, hvorav 607 grunnstøtinger og 73 kollisjoner. På overordnet nivå er det godt samsvar mellom resultatene fra den kvalitative og den kvantitative analysen. Når man ser nærmere på underkategoriene av de ulike årsakene finner man noen ulikheter. Men i stor grad kan dette ha sammenheng med ulik kategorisering og ulike definisjoner i M-SCAT modellen sammenlignet med SDU, så vel som faktiske forskjeller. På bakgrunn av dette er den generelle oppfatningen at dybdeforståelsen som kommer frem av den kvalitative analysen understøttes av den kvantitative analysen, og det er derfor grunn til å anta at resultatene er representative for flåten. Hovedtrekkene i resultatene fra årsaksanalysen er som følger:

Direkte årsaker - Handlinger

Kombinasjonen av den statistiske analysen og den kvalitative analysen, viser at det er «*handlinger*» og de menneskelige faktorene bak som spiller størst rolle i å forklare årsaksforholdene bak grunnstøting og kollisjon. Her er resultatene fra den kvalitative og kvantitative analysen sammenfallende og helt entydige, og samsvarer godt med resultatene fra årsaksanalysen i 2014. *Mangelfull eller manglende ruteplanlegging* bidrar vesentlig, ofte i kombinasjon med at prosedyrer/krav ikke er fulgt, samt at «*vær/sjøforhold*» ikke er tilstrekkelig tatt høyde for. Tekniske/eksterne forhold (utover vær-/sjøforhold) utgjør en mindre del av årsaksbildet under *direkte årsaker*.

Handlingen *feilnavigering* er den dominerende årsakskategorien både i resultatene fra den kvalitative og den kvantitative analysen. Totalt er *person* registrert som direkte årsak i 434 hendelser av de 680 hendelsene som utgjør utvalget i den kvantitative analysen. Feilnavigering er registrert som underkategori i mer enn halvparten av hendelsene. I årsaksanalysen 2014 var *sovnet på vakt* den dominerende underkategorien med 37 %, men tallene viser en positiv trend med nedgang til 13 % i denne kategorien. Det er sannsynlig at denne nedgangen har sammenheng med at dette har vært et fokusområde, og brovaktalarm er eksempel på tiltak som er innført. Dette er en endring fra funn man så i årsaksanalysen 2014 da *sovnet på vakt* var den hyppigste årsaken.

Bakenforliggende årsaker

Årsakene til at det blir utført handlinger som får et uønsket utfall, kan i hovedsak forklares med at navigator/broteam ikke har tilstrekkelig *situasjons-/risikoforståelse*, kombinert med at det er andre oppgaver/forhold som opptar *mental kapasitet*, samt at prosedyreverk enten er utilstrekkelig eller mangelfullt implementert. Andre forklaringer finner man i mangler knyttet til opplæring og samhandling, som har påvirkning på evnen til å etablere tilstrekkelig situasjons-/risikoforståelse. I den kvantitative analysen ser man også at den dominerende kategorien av indirekte eller bakenforliggende årsaker er *uoppmerksomhet*.

Mangelfull kontroll

Mangelfull kontroll adresserer organisasjonens evne til å legge til rette for sikker drift og unngå uønskede hendelser, gjennom en systematisk og risikobasert tilnærming. Hendelsesrapportene som analysen er basert på er varierende med hensyn på å adressere systemiske aspekter knyttet til rederienes arbeid for å tilrettelegge for sikker drift. I de tilfellene der det er funnet grunnlag for å peke på mangler knyttet til organisatorisk kontroll, er informasjon knyttet til de bakenforliggende årsakene vurdert som tilstrekkelig for å peke på aktuelle områder. Det er likevel en viss usikkerhet forbundet med dette, og i tillegg er områdene bare omtalt på et generelt nivå. Her er det også viktig å påpeke at bildet rundt organisatorisk kontroll ville vært mer nyansert dersom rapportene som analysen bygger på i større grad hadde adressert slike forhold. Resultatet fra analysen anses likevel som et verdifullt bidrag til forståelse av hvilke områder som er viktig å fokusere på i arbeid med å forbedre sikkerhet til sjøs og unngåelse av uønskede hendelser.

Gjennom analysen, som totalt sett identifiserer fire hovedområder for forbedring, kommer det frem at risikostyring er det området under mangelfull kontroll som er forbundet med størst forbedringspotensial. Risikostyring favner i denne analysen system/metodikk for identifisering og vurdering av risiko, samt etablering av risikoreduserende tiltak (barrierer). Dette forbedringsområdet baseres på de bakenforliggende årsakene som indikerer at det ikke er etablerte tilstrekkelige barrierer knyttet til navigasjonsprosessene. De aktuelle barrierene omhandler primært kompetanse og prosedyreverk.

Et annet fremtredende forbedringsområde relateres til opplæring og kompetanse. Her handler det om indikasjon på at det ikke er etablert et robust kompetansestyringssystem for å sikre at personell er tilstrekkelig familiær med spesifikke forhold relatert til rolle, fartøy og operasjoner.

Planlegging og administrasjon er et forbedringsområde som har nær relasjon til den personrelaterte faktoren mental/psykologisk stress. Planlegging og administrasjon omhandler i denne analysen virksomhetens evne til å avpasse oppgaver/aktiviteter i forhold til ressursbeholdning, samt å legge til rette for at målkonflikter håndteres på en god måte. Analysen viser at det er flere tilfeller hvor administrative oppgaver har tatt oppmerksomhet fra brovaktfunksjoner.

Organisasjonens evne til å legge til rette for sikker drift og unngå uønskede hendelser er også tett forbundet med organisasjonens sikkerhetskultur, men hendelsesrapportene som denne analysen er basert på gir ikke tilstrekkelig grunnlag for å belyse denne betydningen. Det henvises i den sammenheng til rapporten «Maritime safety trends 2012-2022». Rapporten, som ble publisert våren 2023 av Lloyd's List Intelligence i nært samarbeid med DNV, avslører at den positive sikkerhetstrenden som ble observert i tiåret før august 2021 nå er negativt påvirket av gjenåpningen etter pandemien og Ukraina-konflikten. Den dekker også den siste utviklingen innen regelverk ved IMO og gir en veiledning til hvordan etablere en robust sikkerhetskultur i organisasjoner.

Årsakssammenhenger

Analysen viser at menneskelige handlinger er en dominerende direkte årsak til ulykker. Dette samsvarer med det som lenge har vært en anerkjennelse innen forskning og ulykkesgranskning. Dette handler imidlertid ikke om en forståelse av menneskelig handling som den «eneste» årsaken, men som en naturlig del av alle hendelser hvor mennesker er involvert. «Sovnet på vakt» har f.eks. ofte blitt rapportert som årsak til ulykker, men er sjelden årsak alene.

I et Safety II perspektiv betraktes menneskelig handlinger først og fremst som en årsak til at man *ikke* opplever ulykker, i kraft av kapasitet til å utøve fleksibilitet og evne til å gjøre tilpasninger i takt med endringer. Dette er et viktig perspektiv som også bør legges til grunn i betraktning av hendelsene som analysen er basert på; dvs. at hendelsene kun representerer en liten andel av det totale erfaringsvolumet som i hovedsak *ikke* involverer ulykker, og som i stor grad kan tilskrives besetningens evne til å håndtere variable situasjoner. Poenget her er at menneskelig handling og tilpasning er en naturlig og del av årsaksbildet, både når ting går bra og når ting går galt.

Utvikling og endringer sammenlignet med Årsaksanalysen 2014

Resultatene fra denne analysen er langt på vei sammenfallende med årsaksanalysen fra 2014. Menneskelig handling, herunder feil navigering, brudd på prosedyrer, tilfeller der navigatør sovner på vakt, samt at vær-/sjøforhold ikke er tilstrekkelig tatt høyde for, utgjør fremdeles de dominerende direkte årsakene bak grunnstøtinger og kollisjoner.

Tilsvarende er de dominerende bakenforliggende årsakene nå også funnet å være knyttet til situasjons-/risikoforståelse og samhandling (omtalt under BRM i analysen fra 2014), mangelfulle prosedyrer/mangelfull implementering og mangelfull balanse mellom oppgaver og ressurser (omtalt som lite bruk av tilgjengelig personell i analysen fra 2014).

Denne analysen peker i tillegg på forbedringsområder med hensyn på hvordan rederiene legger til rette for sikker drift og unngå uønskede hendelser, gjennom en systematisk og risikobasert tilnærming.

I den kvantitative analysen erfares det som i 2014 at årsaksforhold ikke er rapportert eller registrert for flere av hendelsene spesielt for bakenforliggende og indirekte årsaker. Imidlertid er det en betydelig forbedring siden årsaksanalysen i 2014. Informasjonsgrunnlag og kategorisering i SDU er igjen formet av hva som rapporteres inn og hvordan.

Fordelingen mellom ytre, teknisk og person som direkte årsaker ser ut til å være stabilisert sammenlignet med 2014. Resultatene fra kvalitativ og kvantitativ analyse samsvar godt. «Feilnavigering» er hyppigst registrert som personrelatert årsak, mens sovnet på vakt, som hadde størst andel på 37 % i perioden 1984-2013, nå er redusert til 13 %.

«Uoppmerksomhet» er registrert med størst andel, 40 % av indirekte personrelaterte årsaker, ofte i sammenheng med «feilnavigering» som direkte årsak. Andelen viser en påfallende stor økning sammenlignet med hele perioden som var dekket av 2014-analysen sett under ett da «uoppmerksomhet» bare utgjorde 4.2 %. Det ble observert en trend i 2014, som har fortsatt. Samtidig har det vært en tilsvarende reduksjon for «mangelfull observasjon» som indirekte årsak fra 26 % i perioden 1984-2013 til ca. 6 % i perioden 2014-2022. Forståelsen av hva som ligger i disse kategoriene avhenger litt av konteksten, men i mange tilfeller kan de oppfattes som omtrent det samme og brukes om hverandre. I så fall kan det være at det ikke er snakk om en faktisk endring årsaksbildet, men like gjerne en endring i hvordan det rapporteres eller registreres i databasen. I 2014 ble det pekt på at der ulykker tidligere ofte skyldes manglende observasjon ut av styrehuset, kan det nå tenkes at for stor tiltro til tekniske systemer pasifiserer navigatøren som blir

uoppmerksom. I så fall kan det antas denne effekten også er resultat av at en større andel av skipene har fått en mer moderne broløsning, og/eller omfanget av tekniske hjelpemidler og systemer har økt ytterligere.

Andelen rapportering av «utstyr» som direkte årsak til ulykker er stabilt sammenlignet med Årsaksanalysen 2014. «Teknisk feil» er fortsatt oftest registrert, men andelen registreringer av «totalt maskinhavari eller blackout» har økt. Det er ikke funnet grunnlag for å si om dette skyldes faktiske endringer av type hendelser eller om dette kan knyttes til usikkerhet i rapporteringskvaliteten for hele perioden

Lav rapporteringsgrad for indirekte årsaker tilknyttet utstyr gir tynt grunnlag for å vurdere utviklingen når Årsaksanalysen 2014 sammenlignes med denne analysen. Underkategoriene som er høyest representert, som «defekt utstyr», «feil bruk av utstyr» og «andre forhold» er imidlertid de samme.

«Ytre (ugunstige forhold)» som direkte årsak til ulykker fremstår stabilt rundt 16-19 %, men registreringene i SDU viser forholdsmessige endringer innenfor underkategoriene. «Sterk strøm» var tidligere den mest fremtredende direkte årsaken og «Operasjonsfeil på annet fartøy» hadde nest flest registreringer. Allerede i 2014 så man en trend som viser at begge disse kategoriene er blitt redusert og denne trenden har fremholdt. For grunnstøtinger er «Andre ytre forhold», «Overhending vær» og «sterk strøm» de største kategoriene i kronologisk rekkefølge, mens det for kollisjon er «operasjonsfeil av annet skip» som er rapportert mest.

2 INTRODUKSJON

DNV har på vegne av Kystverket analysert årsaker og årsakssammenhenger for grunnstøtinger og kollisjoner i norske farvann. Rapporten inngår som del av et større prosjekt som omhandler den forebyggende sjøsikkerheten i norske farvann; «Sjøsikkerhetsanalysen 2022».

Etableringen av datagrunnlaget og utarbeidelsen av rapporten har foregått i tett samarbeid med Kystverket. I tillegg har Sjøfartsdirektoratet bidratt med tilretteleggingen av ulykkesstatistikk.

Første del av rapporten omfatter en kvalitativ analyse av ulykkesrapporter som er forlagt DNV for gjennomgang. Den andre delen av rapporten omfatter en kvantitativ analyse av hendelser registrert i Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU).

2.1 Bakgrunn

I 2014 utførte DNV «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» på oppdrag fra Kystverket. Studien utgjorde en viktig del av grunnlaget for Meld. St. 35 (2015–2016) og inngår i dag i Kystverkets kunnskapsgrunnlag for sjøsikkerheten i norske farvann.

På grunn av den lange tiden som er gått siden analysen ble ferdigstilt i 2015, og på grunn av behovet for gode forberedelser for arbeidet i Kystverket frem mot Nasjonal transportplan 2026-2037, er det nå et behov for å revidere deler av Sjøsikkerhetsanalysen 2014. Årsaksanalysen (denne rapporten) inngår som en av leveransene i Sjøsikkerhetsanalysen.

2.2 Formål

Årsaksanalysen har som formål å få revidert kunnskap om forhold som bidrar og fører til navigasjonsulykker opp til og med 2021. Analysen skal vurdere funn fra:

- Norske havarikommisjonsrapporter (SHK-rapporter)
- Kystverkets hendelsesrapporter (KYV-rapporter)
- Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU)

Hensikten er å få innsikt i hvordan tiltak skal innrettes for å bli mest virkningsfulle. Analysen tar hensyn til samspillet mellom menneskelig, tekniske og organisatoriske forhold.

Rapporten skal være med på å sikre at oppmerksomheten og de påfølgende risikoreduserende tiltakene tilknyttet sjøsikkerheten samsvarer med årsaksbildet. Dette muliggjør at beslutninger og tiltak baseres på analyser med oppdatert og relevant informasjon.

2.3 Avgrensing av analysen

I årsaksanalysen vurderes mulige direkte og bakenforliggende årsaker til uønskede hendelser som kan føre til miljøskade og tap av menneskeliv. Hensikten er å etablere en klar, samlet og troverdig forståelse av hvilke grunnleggende årsaker som fører til ulykker i norske farvann. Analysen er basert på holistisk tilnærming til sikkerhet, der menneskelige, tekniske og organisatoriske faktorer blir vurdert, og omhandler årsaksforhold i og utenfor Kystverkets ansvarsområde. Begge deler er vurdert for å få et komplett bilde av årsaksforhold bak ulykker.

En tilsvarende analyse ble gjennomført i 2014, og denne analysen omfatter derfor perioden fra 2014 til 2022. Hovedfokus er lagt på navigasjonsulykker avgrenset til grunnstøting og kollisjon. Analyseområdet dekker alle norske farvann, dvs. inkl. områdene rundt Svalbard og Jan Mayen. Fritidsfartøy og kontaktskader er ikke inkludert i analysen.

Analysen baserer seg på granskningsrapporter fra Statens Havarikommisjon (SHK) og Kystverket. DNV har i tillegg identifisert et par lignende studier fra andre nasjoner som vurderes å være relevant.

I forkant av oppdraget har Kystverket uttrykt ønske om at det skal vurderes årsaker til ulykker som kan relateres tilbake til innføring av ny teknologi, samt prøve å identifisere noen «sorte svaner». Analysens datagrunnlag muliggjorde imidlertid ikke identifisering av potensielle hendelser som typisk karakteriserer såkalte «sorte svaner».

2.4 Oppbygning av rapport

Resultatene i årsaksanalysen er delt i to hoveddeler. Den første delen omfatter en kvalitativ årsaksanalyse av hendelsesrapporter. Den andre delen har en kvantitativ tilnærming til Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU). Til slutt er det i tillegg sett spesifikt på forhold identifisert gjennom denne analysen som kan ha knytning til Kystverket tjenester, infrastruktur og regelverk.

Kapitlet som omfatter den kvalitative analysen innledes med vurderinger rundt metodevalg med bakgrunn i teori. Ulike ulykkesmodeller fra litteraturen har styrker og svakheter med hensyn til hvordan de håndterer kompleksiteten i sosiotechniske systemer (1). Deretter er det vurdert hvilken modell som er best egnet for den aktuelle konteksten. DNV har valgt en ny metodikk; M-SCAT (Maritime Systematic Cause Analysis Technique) fremfor årsaksnettverket, som ble benyttet i 2014.

Analysen er basert på 57 rapporterte hendelser som omhandler grunnstøtinger og kollisjoner, hvorav 9 av hendelsene er gransket av SHK, og resterende er utstedt av Kystverket. Hver av rapportene er analysert med M-SCAT og det primære formålet med metoden er å kartlegge årsaksforhold. Resultatene fra analysen er registrert og systematisert i et arbeidsdokument i Excel-format, som videre brukes som grunnlag for å kartlegge og presentere hvilke årsaker og årsakssammenhenger som er mest representert.

I den kvantitative analysen studeres dataene som er registrert for aktuelle ulykker i SDU. Denne databasen omfatter ulykker i perioden fra 1981 frem til i dag og inkluderer informasjon om faktiske forhold relatert til ulykken, som blant annet skipstype, skadeomfang/konsekvens, farvann, værforhold, tid på døgnet og lysforhold, med mer. Helt overordnet differensieres det mellom tre kategorier årsaker; direkte årsaker, indirekte årsaker og bakenforliggende årsaker. SDU tilfører den kvalitative analysen fra kapittel 3 et kvantitativt perspektiv basert på et større datagrunnlag ettersom databasen dekker et betydelig større antall ulykker i den spesifiserte perioden (2014 til 2022). Med intensjon om å se på utviklingen og identifisere trender ses resultatene samtidig opp mot tilsvarende resultater fra årsaksanalysen i 2014.

En oppsummering følger etter hver hoveddel og resultatene ses opp imot resultatene fra Årsaksanalysen 2014. Etter den kvalitative analysen, som er hovedfokus i denne rapporten, følger også noen generelle betraktninger av resultatene og videre rettes et kort blikk mot andre aktuelle studier.

2.5 Forkortelser

AIB	Accident Investigation Board
AIS	Automatic identification system
BRM	Bridge Resource Management
DP	Dynamisk posisjoneringssystem
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
ECS	Electronic Chart System
ETTO	Efficiency Thoroughness Trade Off
FRAM	Functional Resonance Analysis Method
HFACS-MA	Human Factor Analysis and Classification System for Maritime Accidents.
HRS	Hovedredningssentralen
IMO	International Maritime Organization
ISM	International Safety Management
ISO	International Organization for Standardization
ISPS	International Ship and Port Facility Security
KNM	Kongelige Norske Marine
M-SCAT	Maritime Systematic Cause Analysis Technique
MTO	Menneske-Teknologi-Organisasjon
PPU	Portable Pilot Unit
RE	Resilience Engineering
SCAT	Systematic Cause Analysis Technique
SDU	Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase
SHK	Statens Havarikommisjon (Accident Investigation Board Norway – AIBN)
STAMP	System-Theoretic Accident Model and Processes
VHF	Very High Frequency
VTs	Sjøtrafikksentral (Vessel Traffic Service)

3 ÅRSAKSANALYSE BASERT PÅ KVALITATIV METODE

3.1 Metode

Dette kapitelet gir en overordnet beskrivelse av utviklingen innen forskningen med fokus på prinsipielle forskjeller mellom ulike ulykkesmodeller. Dette er ansett som relevant i forhold vurderinger rundt metodevalg for denne analysen, som også er beskrevet i dette kapittelet. Beskrivelsen av de ulike modellene er holdt på et overordnet nivå. For nærmere beskrivelser av disse, vises det til de aktuelle referansene. Kapittelet gir også en beskrivelse av den valgte metoden og hvordan den er bruk i analysen.

3.1.1 Utvikling innen ulykkest teori og vurdering av relevante metoder

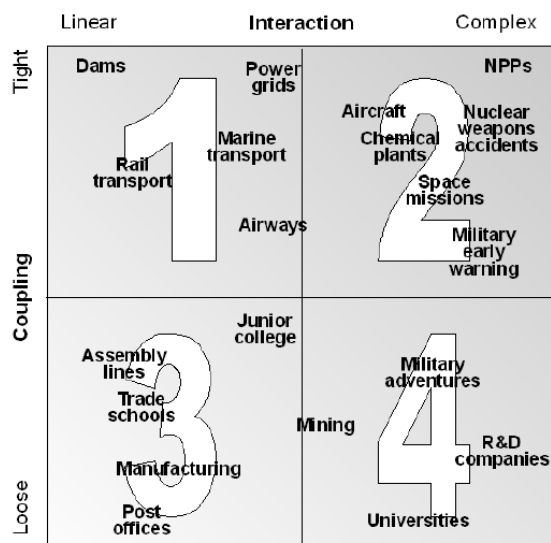
Ulykkest teorier og modeller har utviklet seg over tid og er drevet av innflytelsesrike ulykker og utvikling i teknologi og i organisasjoner, ofte omtalt som sosiotechniske systemer (2). Utviklingen kan deles inn i fem perioder, der hver av dem er representerer ulike perspektiver (3). Gjennom hele utviklingen har tidligere forskning blitt supplert av nye perspektiver, og mange av teoriene fra tidligere perioder er fortsatt gyldige i dag.

De ulike ulykkest teoriene og modellene som har blitt utviklet gjennom årene, kan deles inn i tre hovedkategorier; lineære, komplekse lineære og ikke-lineære (systemiske) modeller (4). Figur 3-1 gir en overordnet beskrivelse av hva som kjennetegner de ulike retningene/modellen og hvordan de stiller seg i forhold til hverandre med hensyn på grunnleggende prinsipper, formålet med granskninger og fokus på anbefalinger. Lineære modeller undersøker årsakene til ulike stadier av en ulykke (for eksempel direkte årsaker, indirekte årsaker og rot-årsaker) og danner en kjede i henhold til logiske sekvenser. Komplekse lineære modeller blir ofte referert til som epidemiologiske modeller som i tillegg bl.a. undersøker betydningen av latente feil, eller systempatogener (5). Systemiske modeller fokuserer generelt sett på å analysere utvalgte faktorer med hensyn på dynamikk og relasjoner, uten at det søkes å etablere logiske årsakssekvenser på forskjellige stadier av en ulykke.

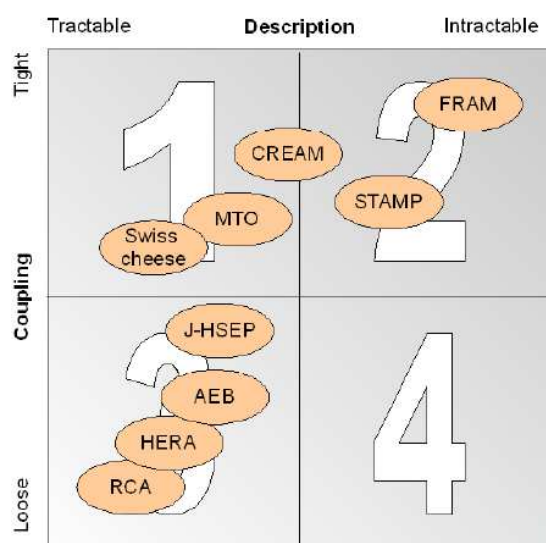
	Basis/prinsipper	Formål	Fokus
Enkle lineære modeller (f.eks. domino)	Ulykke (enkeltårsak eller flere årsaker)	Finne spesifikke årsaker og årsak-konsekvens sammenhenger	Eliminere årsaker og kutte koblinger mellom årsak og konsekvens
Komplekse lineære modeller (f.eks. Swiss cheese)	Latente feil, skjulte avhengigheter	Finne kombinasjoner av handlinger og latente feil	Styrke barrierer
Ikke-lineære (systemiske modeller)	Dynamiske koblinger og relasjoner	Finne koblinger og komplekse interaksjoner	Monitorere og håndtere variabilitet i ytelse.

Figur 3-1: Kategorier av ulykkesmodeller (4).

De forskjellige ulykkesmodellene som finnes i litteraturen i dag har styrker og svakheter med hensyn til hvordan de takler kompleksiteten i sosiotechniske systemer (1). Dette skaper et behov for å bestemme hvilken modell som er best egnet for en spesifikk kontekst (bransje og organisasjon). I den forbindelse kan det refereres til en studie (6) som vurderer aktuelle modellens egnethet ved å inkludere perspektiver knyttet til kompleksitet og systemkoblinger utviklet av Perrow (7). Figur 3-2 og 3-3 viser hvordan forskjellige virksomheter er vurdert med hensyn på kompleksitet og hvordan de ulike modellen er vurdert med hensyn på egnethet. Komplekse lineære modeller er blant annet vurdert som mer egnet for virksomheter i første kvadrant, hvor eksempelvis skipsfart er plassert. Studien konkluderer med at det ikke finnes én ideell modell som passer alle forhold, ettersom individuelle sosiotechniske systemer kan omfatte både lineære og ikke-lineære relasjoner. Dette understreker behovsbasert bruk av ulike modeller og perspektiver for å forstå hvordan ulykker oppstår, og hvordan de kan unngås. Det vil også være aktuelt innen skipsfart.



Figur 3-2: Kategorisering av ulykkesmodeller med hensyn på egnethet.



Figur 3-3: Kobling - interaksjon (kompleksitet) diagram.

Når det gjelder å adressere kompleksitet og ikke-lineære aspekter av systemet, kan perspektivene til Resilience Engineering (RE) være et verdifullt bidrag. RE har etablert seg som en betydningsfull retning innen sikkerhetsforskningen de siste årene og danner grunnlag for en rekke modeller, som bl.a. FRAM (4) og STAMP (8) vist i figur 3-3. RE handler om å bygge egenskaper som gjør en virksomhet i stand til å bli oppmerksom på at noe uventet oppstår, og til å kunne tilpasse seg og håndtere det uventede. Et tegn på resilience, er evnen til å forutse hvordan risiko endres i takt med endringer i organisasjonen og dens kontekst, og å iverksette tiltak før uønskede hendelser inntreffer (1). Vektleggingen av proaktivitet og fremsynthet i RE skaper en kontrast til teorier og praksiser som representerer etterpåklokskap og reaktivitet. De to perspektivene referert til som "Safety I" og "Safety II" (9) kan ses som representasjon av denne kontrasten, der Safety I-perspektivet representerer reaktivitet og Safety II-perspektivet sammenfaller med RE-perspektivet. Et nylig bidrag omtalt som «Safety III», utfordrer og supplerer disse perspektivene, bl.a. ved å fokusere på «safety engineering» og systemtilnærming (10).

Modellene som er omtalt over er utviklet primært med formål om bruk i analyse av hendelser. I tillegg til disse, vil det være relevant å anvende andre mer prinsipielle modeller som illustrerer mekanismer av vesentlig betydning for sikkerhet. To eksempler på slike modeller ETTO (Efficiency Thoroughness Trade Off) (11) og det som er omtalt som dynamisk sikkerhetsmodell (12). Slike perspektiver vil bli lagt til grunn i vurderinger av resultatet fra analysen der det er aktuelt.

Vurdering og valg av modell for analysen

I henhold til prosjektets oppdragsbeskrivelse, samt gjennom dialog med oppdragsgiver, har DNV gjort en vurdering med hensyn på aktuelle modeller, bl.a. sett i forhold til metoden (årsaksnettverk) som ble brukt i årsaksanalysen fra 2014. Som nevnt over finnes det et stort antall alternative modeller innenfor de tre hovedkategoriene. Når det kommer til modeller som regnes som kompleks lineær og systemiske, er det DNVs oppfatning at slike modeller kunne gi et verdifullt bidrag i analysen og forståelsen av hvordan ulykker oppstår. Bruken av slike modeller er imidlertid relativt kompleks og ressurskrevende, samt at det er behov for et detaljert datagrunnlag (13). Det anses derfor som mer aktuelt å anvende slike modeller når omfanget av analysen er begrenset til én hendelse.

Basert på dette, samt formålet og omfanget av analysen, har DNV vurdert det som hensiktsmessig å videreføre en lineær metodikk som er enkel i bruk og som ikke er avhengig av et rikt og detaljert datagrunnlag. DNV har imidlertid valgt å benytte M-SCAT (Maritime Systematic Cause Analysis Technique) som et alternativ til årsaksnettverk. Årsaken er at M-SCAT gir en mer systematisk oversikt over årsaksforhold bak ulykker gjennom et bredt spekter av alternative

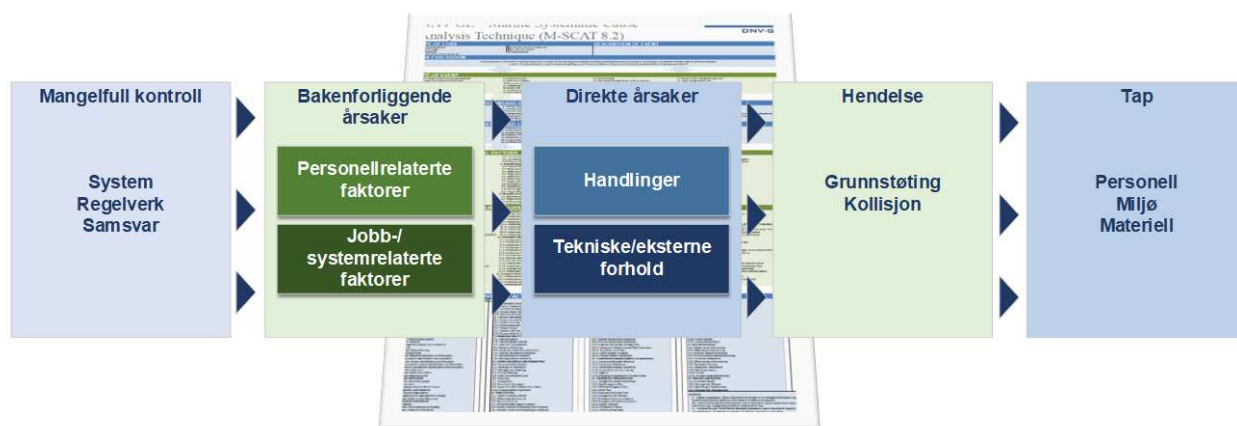
faktorer og forhold med et tydelig skille mellom bakenforliggende årsaker knyttet til personrelaterte faktorer og organisatoriske faktorer. Dette bidrar i tillegg til en mer enhetlig og etterprøvbare analyse.

Som en del av vurdering av alternative metoder, er det også gjort en vurdering med hensyn på de menneskelige ytelsesfaktorene som ble lagt til grunn i analysen fra 2014 (SPAR-H) (14). DNV er av den oppfatning at de menneskelige ytelsesfaktorene som er inkludert i M-SCAT, under både personrelaterte faktorer og jobb-/systemrelaterte faktorer, er dekkende i forhold til gjeldende kunnskap om menneskelig yteevne.

Som nevnt over har alle modeller sine begrensninger, dette gjelder også M-SCAT. I og med at dette er en lineær modell adresseres ikke systemiske aspekter som dynamiske interaksjoner, skjulte avhengigheter, mv.

3.1.2 M-SCAT

M-SCAT (figur 3-4) er den maritime versjonen av SCAT (Systematic Cause Analysis Technique) som er utviklet med utgangspunkt i DNV's tap-årsaks-modell og tilpasset for analyse av uønskede hendelser (avvik, nesten-ulykker og ulykker) i den maritime næringen.



Figur 3-4: M-SCAT metodikken satt i kontekst med navigasjonsulykker (DNV).

M-SCAT baserer seg på en forståelse av ulykker som et resultat av direkte og bakenforliggende årsaker, som igjen er et resultat av manglende kontroll ved virksomhetens styringssystem og lederskap. Under direkte årsaker skilles det mellom handlinger og tekniske/eksterne forhold. De bakenforliggende årsakene inkluderer både personrelaterte og jobb/systemrelaterte faktorer som i kombinasjon eller isolert har en påvirkning på tekniske forhold og menneskers handlinger. Det primære formålet med metoden er å kartlegge årsaksforhold for derigjennom identifisere tiltak for å forbedre virksomhetens evne til å tilrettelegge for sikker drift. Dette baseres på en forståelse av ulykker som et resultat av organisatoriske/systemiske mangler, i motsetning til tidligere perspektiver som satte søkelys på menneskelig feilhandling som hovedårsak til ulykker.

M-SCAT består videre av et sett med mulige faktorer for hver årsakskategori, som kan forklare årsaksforhold bak en ulykke (figur 3-4). Under direkte årsaker inkluderer M-SCAT et sett med 22 årsaker knyttet til handlinger og 14 forskjellige tekniske/eksterne forhold. Tilsvarende oppbygning gjelder for de øvrige kategoriene under bakenforliggende årsaker og mangelfull kontroll. Under bakenforliggende årsaker – personrelaterte faktorer, inkluderer M-SCAT et sett på 71 faktorer fordelt under kategoriene: Fysisk/Psykologisk kapasitet, Mental/Psykologisk kapasitet, Fysisk/Psykologisk stress, Mental/Psykologisk stress og Kompetanse. Kategorien jobb-/systemrelaterte faktorer består av 102 faktorer og relateres til bl.a. planlegging og styring, opplæring, samhandling og kommunikasjon, verktøy/maskiner og vedlikehold. I tillegg til de predefinerte kategoriene, ble det for denne analysen lagt til enkelte kategorier for å ivareta forhold som er spesielt tilpasset konteksten, herunder relatert til merking og hendelser som involverer los og/eller VTS.

Bruk av M-SCAT i analysen

I analysen er M-SCAT anvendt ved å knytte innholdet i rapportene til de respektive årsakskategoriene. Alle hendelsene er først analysert hver for seg med hensyn på direkte-, bakenforliggende årsaker og mangelfull kontroll, i kronologisk rekkefølge. Denne analyseprosessen har involvert fire prosjektdeltakere fra DNV og har bestått av tre hovedsteg. Undervis i prosessen ble det i tillegg gjort en fortløpende vurdering med hensyn på om de pre-definerte kategoriene i M-SCAT var tilstrekkelig beskrivende i forhold til de indentifiserte årsakene/faktorene, og ble ved behov justert tilsvarende.

I det første steget ble de aktuelle hendelsesrapportene fordelt mellom prosjektdeltakeren som hver for seg utførte en initiell analyse av rapportenes innhold basert på M-SCAT metoden. Årsaker ble identifisert og kategorisert, og resultatene av analysen ble samlet og registrert i et arbeidsdokument i Excel-format. Arbeidsdokumentet som helhet er lagt ved rapporten. For hver identifisert årsak og kategori er det et knyttet et kommentarfelt hvor det er mulig å fremheve konteksten og utdype litt rundt vurderingene som er gjort.

I det påfølgende steget, ble det gjennomført en tilleggsanalyse av de enkelte hendelsene utført av en annen prosjektdeltaker enn den som utførte den initielle analysen. Denne tilleggsanalysen hadde som formål om å utfordre og supplere analysen, og samtidig bidra til enhetlig bruk av metoden.

Det siste steget i analyseprosessen handlet om å vurdere bruken av metoden i analysen sett under ett. Herunder ble det bl.a. lagt vekt på lik bruk av årsakskategorier på tvers av hendelser med lignende forløp, samt avklare tilfeller hvor det var usikkerhet knyttet til om forhold skulle kategoriseres som direkte- eller bakenforliggende årsaker. I avklaringer knyttet til direkte- eller bakenforliggende årsaker ble bl.a. tidsperspektivet i hendelsesforløpene brukt som et kriterium, det vil si nærhet i tid sett i forhold til tidspunktet for hendelsen (grunnstøting/kollisjon). Dette kan eksemplifiseres med årsakskategoriene «manglende kommunikasjon/varsling» (direkte årsak) og «mangelfull kommunikasjon/samhandling» (bakenforliggende årsak) som begge omhandler kommunikasjon. I tilfeller der mangelfull kommunikasjon er identifisert som en handling utført i nær tid sett i forhold til hendelsen, og med vesentlig betydning for utfallet, er handlingen kategorisert som en direkte årsak. Det er samtidig viktig å påpeke at skillet mellom direkte- og bakenforliggende årsaker i mange tilfeller ikke er entydig, gitt metoden som er brukt (M-SCAT) og datagrunnlaget som analysen er basert på. Dette er likevel ikke ansett å ha vesentlig betydning for resultatet av analysen som helhet.

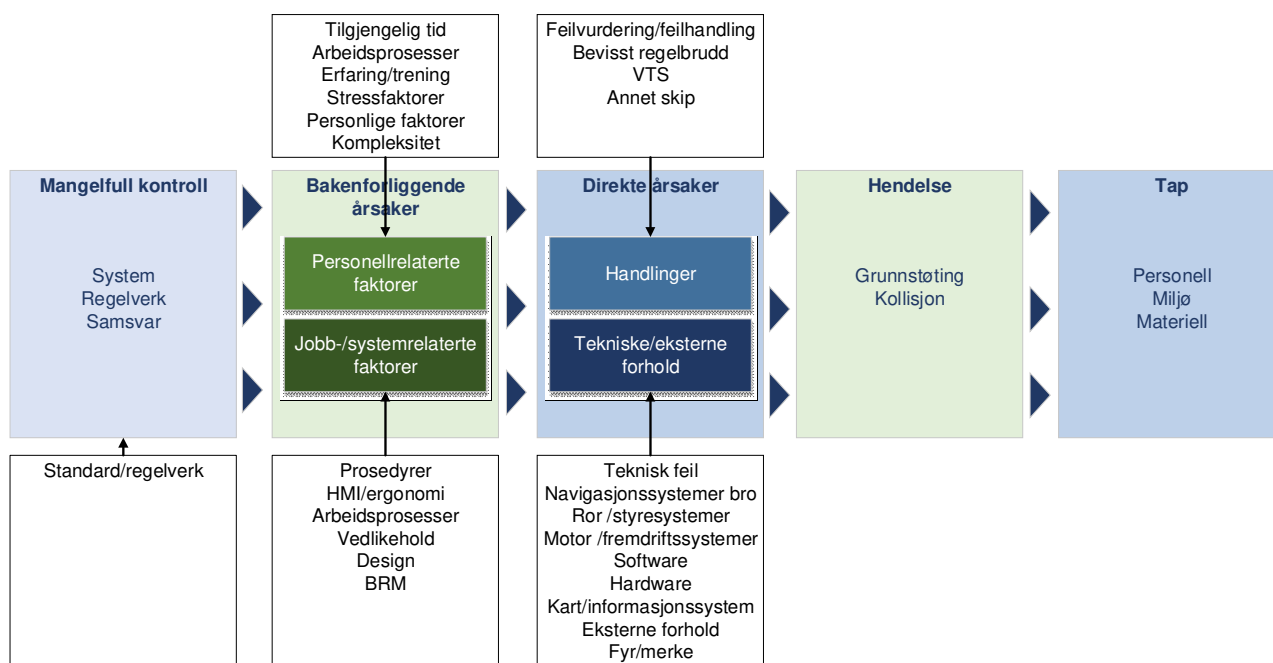
Som en del av analyseprosessene ble det også gjort en vurdering av rapportenes innhold og datakvalitet med hensyn på om de gav tilstrekkelig informasjon for å identifisere årsakssammenhenger. Rapporter som kun gav grunnlag for å identifisere direkte årsaker er ikke tatt med i analysen. Det er likevel stor variasjon med hensyn på omfang og detaljeringsgrad i de utvalgte rapportene. Dette betyr at årsakssammenhenger som er basert på mindre detaljerte rapporter er forbundet med større usikkerhet sammenlignet med årsakssammenhenger som er basert på mer detaljerte rapporter. I tillegg må det antas at det eksisterer reelle årsakssammenhenger og faktorer som ikke kommer frem i rapportene, spesielt i de som har lavest detaljeringsnivå. DNV er likevel av den oppfatning at rapportene i sum gir en god indikasjon på hvilke årsakssammenhenger som er fremtredende ved kollisjoner og grunnstøtinger.

Basert på resultatet av analysene ble det til slutt gjort en oppsummering av hvor ofte de enkelte årsakene/faktorene er identifisert som del av årsaksbildet. Resultatene er presentert i form av hvor ofte de enkelte årsakene/faktorene er identifisert og hvor stor andel de utgjør innenfor hver hovedkategori (direkte årsaker/bakenforliggende årsaker/mangelfull kontroll).

M-SCAT sammenlignet med årsaksnettverket

Figur 3-6 viser hvor nodene i årsaksnettverket som ble benyttet i 2014 er dekket under årsakskategoriene i M-SCAT. Samtlige noder, unntatt geografiske forskjeller og sikkerhetskultur, er dekket av metoden. Disse forholdene er likevel adressert i øvrige delkapitler (3.3.5 og 4.7).

I årsaksnettverket var det trukket forbindelseslinjer mellom de enkelte nodene (årsakskategoriene). I M-SCAT modellen er årsakssammenhengene prinsipielt vist gjennom oppbyggingene av modellen med hovedårsakskategorier og underkategorier og hvordan disse forårsaker uønskede hendelser. Versjonene av modellen som viser resultatet fra analysene viser i tillegg hvilke faktorer som er dominerende. Som et eksempel, vil den mest dominerende direkte årsaken under kategorien handlinger påvirkes mest av de mest dominerende bakenforliggende årsakene. Jamført med årsaksnettverket, ville dette tilsvare en fet forbindelseslinje mellom de mest dominerende bakenforliggende årsakskategoriene og den mest dominerende direkte årsakskategorien. Ved bruk av M-SCAT modellen er det primære målet å kartlegge de bakenforliggende årsakene. Gitt at de identifisert bakenforliggende årsakene har en påvirkning på alle de direkte årsakene, og hver av de direkte årsakene påvirkes av alle de bakenforliggende, vil en en-til-en forbindelse mellom de enkelte kategoriene, som visualisert i et årsaksnettverk, være underordnet.



Figur 3-5 Sammenligning av M-SCAT og årsaksnettverk

3.2 Omfang av kvalitativ analyse

Analysen er basert på 57 rapporterte hendelser som omhandler grunnstøtinger og kollisjoner, hvorav 9 av hendelsene er gransket av SHK og resterende er rapportert av Kystverket. Disse er listet i Tabell 3-1. Betydelig flere rapporter ble gjennomgått, men flere av hendelsen var for tynt beskrevet med hensyn til årsaksforhold til å tilføre tilstrekkelig verdi til den kvalitative analysen. Flere av var begrenset til å inneholde en kort beskrivelse av hva som skjedde med direkte årsaker uten tilstrekkelig kontekst. Slike rapporter er utelatt fra denne analysen, men medvirker samtidig i den kvantitative analysen.

Flesteparten (45 av 57) av hendelsene involverer lastefartøy. Majoriteten av lastefartøyene er av en størrelse på mellom 70 til 100 meter og 1 500 til 4 000 BT. De øvrige fartøyene består av tre passasjerskip, åtte fiskefartøy og ett marinefartøy.

Type hendelse	Fartøynavn	Type fartøy	Rapport utstedt av
Grunnstøting	Godfjord	Passasjerfartøy	SHK
Grunnstøting	Nordfjord	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Ingvild	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Freyja	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Suledrott	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Norfrakt	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Bulk Carrier	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Ronia Diamond	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Optimar	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Havbris	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Bergfjord	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Nordkinn	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Steigen	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Sea Cargo Express	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Kollisjon	Bergen Viking & MV Artic Senior	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Bulk Trans	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Silver Lake	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Steigen	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Rita	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Nyksund	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	With Frohavet	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Aqua Kvaløy	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Feed Rana	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Falkland	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Kollisjon	NCL Averøy	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Stone	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis

Type hendelse	Fartøynavn	Type fartøy	Rapport utstedt av
Grunnstøting	Amalie	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Key Fighter	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Falknes	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Teigenes	Fiskefartøy	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Svartfoss	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Nystein	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Feed Fiskaa	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Holmfoss	Lasteskip	Kystverket - Farledsbevis
Grunnstøting	Mekhanik Kottsov	Lasteskip	Kystverket - hendelser med los
Grunnstøting	Norrland	Lasteskip	Kystverket - hendelser med los
Grunnstøting	Mys Sleipikovskogo	Fiskefartøy	Kystverket - hendelser med los
Grunnstøting	Acacia Rubra	Lasteskip	Kystverket - hendelser med los
Grunnstøting	Annegret	Lasteskip	Kystverket - hendelser med los
Grunnstøting	Amaroq	Fiskefartøy	Kystverket - hendelser med los
Grunnstøting	Austera	Lasteskip	Kystverket - hendelser med los
Grunnstøting	Kapitan Nazin	Fiskefartøy	Kystverket - hendelser med los
Grunnstøting	BBC Lisbon	Lasteskip	Kystverket - hendelser med los
Grunnstøting	Ocean Voyager	Lasteskip	Kystverket - hendelser med los
Grunnstøting	Fridtjof Nansen	Passasjerfartøy	Kystverket - hendelser med los
Kollisjon	British Diamond	Lasteskip	Kystverket - hendelser med los
Grunnstøting	Njord	Lasteskip	Kystverket - hendelser med los
Grunnstøting	Feed Halten	Lasteskip	Kystverket - hendelser med los
Kollisjon	KNM Helge Ingstad og Sola TS	Marinefartøy/Lasteskip	SHK
Grunnstøting	Ruth	Fiskefartøy	Kystverket - hendelser med los
Kollisjon	Aurora Explorer	Passasjerfartøy	SHK
Grunnstøting	Chanko	Lasteskip	SHK
Grunnstøting	Nora Victoria	Lasteskip	SHK

Type hendelse	Fartøynavn	Type fartøy	Rapport utstedt av
Grunnstøting	Leif Roald	Fiskefartøy	SHK
Grunnstøting	Kim Roger	Fiskefartøy	SHK
Grunnstøting	FFS Achilles	Lasteskip	SHK
Kollisjon	Stian-Andre	Fiskefartøy	SHK

Tabell 3-1: Oversikt over hendelser som er inkludert i den kvalitative analysen.

3.3 Resultat fra kvalitativ analyse

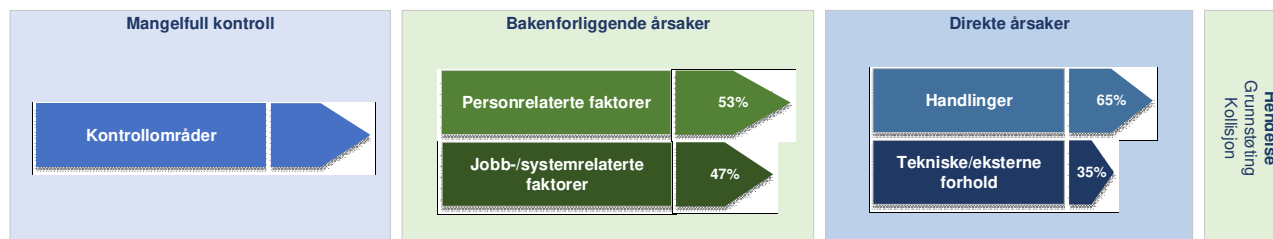
Resultatene fra analysen er i de følgende delkapitlene presentert på tre nivåer; overordnet fordeling av årsaker etter hovedkategorier, fordeling etter underkategorier og detaljert beskrivelse av de enkelte underkategorier.

Visualisering av resultatene i de påfølgende delkapitlene gjenspeiler M-SCAT slik den fremstilt i kapittel 3.1.2 (figur 3-4), inkludert angivelse av hvor stor andel de enkelte årsakskategoriene utgjør av summen av alle identifiserte årsaker innen samme kategori. I tillegg indikerer størrelsen på pilene i figurene (f.eks. figur 3-7) summen av identifiserte årsaker/faktorer per kategori.

Overordnet fordeling av årsaker etter hovedkategorier

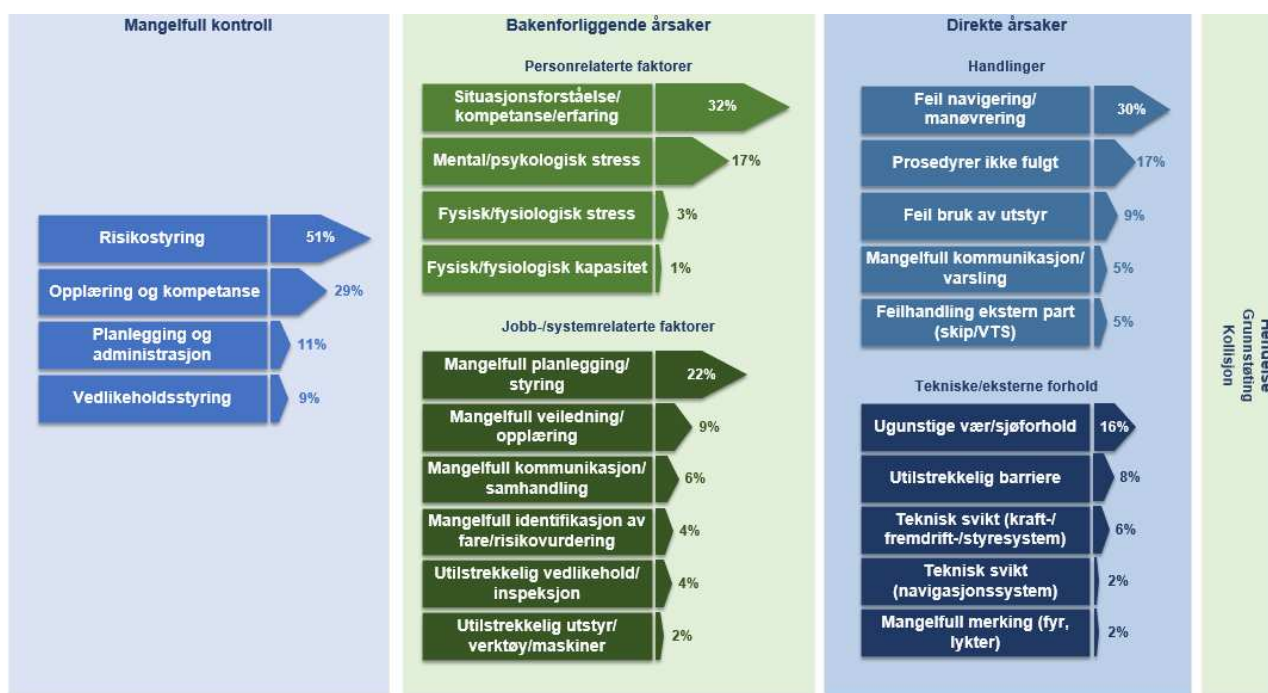
Figur 3-7 viser hvordan summen av årsaker er fordelt mellom hovedkategoriene under direkte årsaker, bakenforliggende årsaker mangelfull kontroll. *Mangelfull kontroll* består ikke av hovedkategorier på samme måte som bakenforliggende- og direkte årsaker, og omtales nærmere på neste nivå (se Figur 3-7).

Under *direkte årsaker*, utgjør *handlinger* 65 % og *tekniske/eksterne forhold* 35 % av alle indentifisert direkte årsaker. Under *bakenforliggende årsaker*, utgjør *personrelaterte faktorer* 53 % og *jobb-/systemrelatert faktorer* 47 % av samtlige indentifiserte faktorer i denne kategorien.



Figur 3-6: Årsaker fordelt på hovedkategorier.

Figur 3-8 viser hvordan årsaker er fordelt innen underkategorier under *direkte årsaker*, *bakenforliggende årsaker*, samt *mangelfull kontroll*. Innenfor summen av *handlinger* som er identifisert som direkte årsak, er disse fordelt på fem kategorier. Analysen viser bl.a. at *feil navigering/manøvrering* utgjør 30 % av alle identifiserte direkte årsaker. De *tekniske/eksterne forholdene* er på tilsvarende måte fordelt på fem kategorier. Her fremkommer det at *vær-/sjøforhold* er den mest dominerende faktoren og utgjør 16 % av alle identifiserte direkte årsaker.



Figur 3-7: Årsaker fordelt på underkategori.

Det er viktig å påpeke at *vær-/sjøforhold* er eksterne forhold som ikke ligger innenfor virksomhetenes påvirkningskraft, til sammenligning med for eksempel teknisk svikt, men er forhold som må legges til grunn i planlegging og gjennomføring av operasjoner. I analysen, og i realiteten, kan *vær-/sjøforhold* anses som både direkte årsak og som en påvirkning på de bakenforliggende faktorene, som for eksempel *mental/psykologisk stress* og *planlegging/styring*.

Summen av alle identifiserte *personrelaterte faktorer* er fordelt på fire underkategorier. Underkategorien «*Situasjonsforståelse, kompetanse og erfaring*» er identifisert som den mest fremtredende faktoren og utgjør 32 % av samtlige identifiserte faktorer i kategorien *bakenforliggende årsaker*.

Under *jobb-/systemrelaterte faktorer* er de identifiserte faktorene fordelt på seks underkategorier. Her er *planlegging/styring* den kategorien som utgjør den største andelen tilsvarende 22 % av samtlige identifiserte faktorer i kategorien *bakenforliggende årsaker*.

Under *mangelfull kontroll* er det totalt sett identifisert funn innen fire hovedområder. Her fremkommer det at risikostyring oftest identifiseres som forbedringsområde.

Hvis man ser nærmere på størrelsene på pilene i figur 3-8 kan man se at størrelsen på pilene til de bakenforliggende årsakene i sum er større enn pilene til de direkte årsakene. Dette indikerer at det er identifisert flere bakenforliggende årsaker enn direkte årsaker. Dette forklares ved at det i mange hendelser kan pekes på flere faktorer som sammen har hatt en påvirkning på individuelle handlinger eller tekniske forhold.

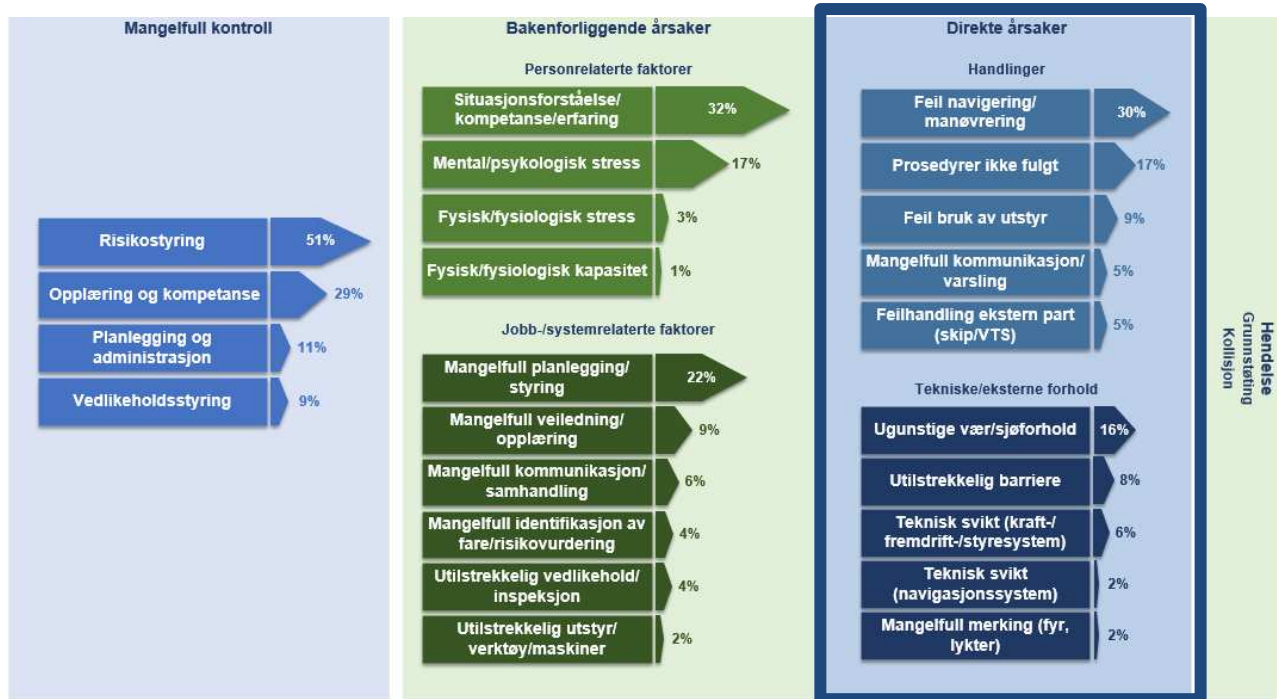
Denne fordelingen kommer nok enda tydeligere hvis når man dette sammen med Tabell 3-2 som viser antall hendelser hvor de enkelte årsakene/faktorene er identifisert og hvor stor andel det utgjør av alle hendelsene som er inkludert i analysen. Det øverste blå feltet i tabell 3-2 viser direkte årsaker fordelt på underkategorier. Kolonnen i midten viser resultatet fra M-SCAT analysen i form av antall registreringer i arbeidsdokumentet for hver underkategori. Kolonnen til høyre prosentvis fordeling av de direkte årsakene. Det grønne feltet i midten av tabellen viser tilsvarende fordeling for bakenforliggende årsaker og det blå feltet nederst viser tilsvarende fordeling av identifiserte forhold knyttet til mangelfull kontroll.

Arsakskategorier	Antall hendelser hvor årsaken/faktoren er identifisert	Andel innenfor hovedkategori	
Direkte årsaker - handlinger			Direkte årsaker
▪ Feil navigering/manøvrering	29	30%	
▪ Prosedyrer ikke fulgt	16	17%	
▪ Feil bruk av utstyr	9	9%	
▪ Mangelfull kommunikasjon/varsling	5	5%	
▪ Feilhandling ekstern part (skip/VTS)	5	5%	
Direkte årsaker – Tekniske/eksterne forhold			
▪ Ugunstige vær/sjøforhold	16	16%	
▪ Utilstrekkelig barriere	8	8%	
▪ Teknisk svikt (kraft-/fremdrift-/styresystem)	6	6%	
▪ Teknisk svikt (navigasjonssystem)	2	2%	
▪ Mangelfull merking (fyr, lykter)	2	2%	
Bakenforliggende årsaker – Personrelaterte faktorer			Bakenforliggende årsaker
▪ Situasjonsforståelse, kompetanse og erfaring	39	32%	
▪ Mental/psykologisk stress	19	17%	
▪ Fysisk/fysiologisk stress	4	3%	
▪ Fysisk/fysiologisk kapasitet	2	1 %	
Bakenforliggende årsaker – Jobb-/systemrelaterte faktorer			
▪ Mangelfull planlegging/styring	27	21%	
▪ Mangelfull veiledning/opplæring	13	9%	Mangelfull kont.
▪ Mangelfull kommunikasjon/samhandling	14	8%	
▪ Mangelfull identifikasjon av fare/risikovurdering	8	4%	
▪ Utilstrekkelig vedlikehold/inspeksjon	6	4%	
▪ Utilstrekkelig utstyr/verktøy/maskiner	2	2%	
Mangelfull kontroll			
▪ Risikostyring	31	51%	
▪ Opplæring og kompetanse	18	29%	
▪ Planlegging og administrasjon	8	11%	
▪ Vedlikeholdsstyring	6	9%	

Tabell 3-2 Oversikt over antall hendelser der hver årsak/faktor er identifisert og andel innen hver hovedkategori.

3.3.1 Direkte årsaker

Direkte årsaker er kategorisert i *handling* og *tekniske/ytre forhold*. I en ulykkessituasjon kan årsaksbildet (under direkte årsaker) bestå av isolerte handlinger eller tekniske/eksterne forhold, eller en kombinasjon av både handlinger og tekniske/eksterne forhold. I 44 % av de analyserte hendelsene er handlinger identifisert som eneste direkte årsak. Av disse, er *feil navigering/manøvrering*, *brudd på prosedyrer* og *feil bruk av utstyr* de vanligste handlingene, ref. figur 3-9. I 9 % av hendelsene er teknisk svikt identifisert som eneste direkte årsak. I de resterende hendelsene (47 %) fremkommer det en kombinasjon av både handlinger og tekniske/eksterne forhold som direkte årsaker.



Figur 3-8: Årsaker fordelt på underkategori.

3.3.1.1 Handlinger

Handlinger identifisert som direkte årsaker i analysen fordeler seg under fem kategorier som vist i figur 3-10. Figuren viser også hvor stor andel disse handlingene utgjør i forhold til alle direkte årsaker som er identifisert.



Figur 3-9: Direkte årsaker – handlinger.

Feil navigering eller manøvrering

Denne kategorien favner primært situasjoner der kommer frem at ruteplanlegging har vært mangelfull eller at man ikke har fulgt planlagt rute. Slike situasjoner kan illustreres ved følgende eksempler: «Kapteinen endrer ruten i ECDIS, men oppdager ikke at han har planlagt ruten på feil side av de flytende merkene», og «Kaptein endrer til ny kurs på autopilot, men sjekker ikke at dette er planlagt kurs».

Kategorien dekker i tillegg situasjoner hvor posisjonering/hastighet av fartøyet ikke er avpasset i forhold til vær eller sjøforhold, og kan eksemplifisere med følgende utdrag fra en av rapportene: «Styrmann forklarer at han har lagt om kursen for lite, og legger om kursen mere. Men det er sterk vind og båten er allerede kommet for nærme skjæret til at de klarer å passere».

Analysen viser at avvik fra planlagt kurs, ofte i kombinasjon med at vær/sjøforhold ikke er tilstrekkelig tatt høyde for, er de dominerende årsakene. Dette inkluderer også tilfeller der det er oppstått misforståelser eller feiltolkning av situasjoner, hvor for eksempel: «Losen forvekslet Mørengrunnen jernstang og Løperungbåen grønn» (på grunn av dårlig sikt).

Prosedyrer ikke fulgt

Prosedyrer ikke fulgt er angitt som en direkte årsak for hendelser der det eksplisitt kommer frem at krav for sikker navigasjon ikke er overholdt, og omfatter i hovedsak manglende etablering av utkikk (jfr. Forskrift om vakthold på passasjer- og lasteskip), inkludert tilfeller der navigatør sovner på vakt, samt at anbefalinger/retningslinjer for lostjenesten ikke er fulgt. I de hendelsene brudd på prosedyrer er identifisert som årsak, er det ofte i kombinasjon med feil navigering eller manøvrering.

Det fremkommer ikke eksplisitt i rapportene om det i de enkelte tilfellene handler om bevisste eller ubevisste prosedyre/regelbrudd. I flere av hendelsene hvor det ikke er etablert tilstrekkelig utkikk, kan det imidlertid antas at det er utført med relativt stor bevissthet, for eksempel i de tilfeller der navigatør velger å jobbe med andre oppgaver enn å ivareta brovaktfunksjoner når alene på bro. Samtidig fremkommer det ikke hvilke vurderinger som er gjort av kaptein/navigatør i disse situasjonene. Det kan være at det var vurdert at utkikk var tilstrekkelig ivarettet i de gitte situasjonen, som det også er åpning for i regelverket, jfr. Forskrift om vakthold på passasjer- og lasteskip, § 7

Flere av hendelse omhandler situasjoner der Los er involvert. Her er det ikke pekt på om det enten er Los eller mannskap som ikke har fulgt prosedyre da det i praksis er handlinger som foretas i et fellesskap, og selv om det i enkelte rapporter er henvist til brudd på prosedyrer for lostjenesten.

Feil bruk av utstyr

I ni av hendelsene fremkommer det at *feil bruk av utstyr*, i kombinasjon andre handlinger (typisk *feil navigering eller manøvrering*), er en direkte årsak til hendelser. Dette kan relateres til både navigasjonsutstyr og fartøyets fremdrift/styresystem. Ett eksempel på dette er: «Barrierer for å forhindre grunnstøting, som kontrolleres av funksjoner som Silent Mode, Route Validation and Safety settings var ikke brukt fullt ut som intensjonen og påkrevd». I en annen hendelse eksemplifiseres feil bruk av utstyr på følgende måte: «Fartøyet har dieselelektrisk fremdrift og systemet er innrettet slik at når de bakker hardt opp blir hovedmotor prioritert istedenfor sidepropeller. De mister dermed kraft på sidepropeller og starter å drive mot grunnene på babord side av leden».

Mangelfull kommunikasjon/varsling

Denne kategorien av handlinger omhandler situasjoner der kommunikasjon mellom utkikk/navigatør, mannskap og los og mellom fartøy (ved kollisjon) har vært mangelfull og ansett som en direkte årsak. *Manglende kommunikasjon/varsling* er i de aktuelle hendelsene i kombinasjon med andre direkte årsaker. Ett eksempel på dette kan illustreres ved en hendelse hvor mangelfull kommunikasjon fører til at to fartøyer har ulik forståelse av hverandres intensjoner med hensyn på passering (babord vs. styrbord) og som fører til at de kolliderer. Ett annet eksempel kan hentes fra granskningsrapporten etter kollisjon mellom TS Sola og KNM Helge Ingstad, hvor det kommer frem at medlemmer av broteamet ikke kommuniserte observasjoner som kunne bidratt til riktig situasjonsforståelse forut for hendelsen.

Feilhandling av ekstern part (Skip/VTS)

Feilhandling av ekstern part er identifisert som direkte årsak i fire av de analyserte hendelsene. I to av disse hendelsene pekes det på feilhandling av VTS, hvor feilhandlingen i en av hendelsene knyttes til manglende oppfølging av melding fra havaristen, og inkluderer både VTS og Hovedredningssentralen. Ifølge rapporten fra SHK beskrives dette bl.a. på følgende måte: "Havarikommisjonen anser det som sikkerhetskritisk at et innmeldt avvik fikk lov til å utvikle seg til et totalhavari uten at HRS og/eller sjøtrafikksentraltjenesten fanget dette opp". For de to øvrige hendelsene knyttes feilhandling til annet skip (lystbåt og fiskefartøy) som fører til kollisjon i det ene tilfellet og grunnstøting i det andre tilfellet, som følge av forsøk på å unngå kollisjon.

3.3.1.2 Tekniske og ytre forhold

Tekniske og ytre forhold som er identifisert som direkte årsaker i analysen fordeler seg under seks kategorier som vist i figur 3-11. Figuren viser også hvor stor andel disse forholdene utgjør i forhold til alle direkte årsaker som er identifisert.



Figur 3-10: Direkte årsaker - tekniske/eksterne forhold.

Ugunstig vær-/sjøforhold

Ugunstige vær/sjøforhold er identifisert er funnet å være en del av årsaksbildet i 16 av de analysert hendelsene, hvor det typisk er strøm eller vind som fører til at fartøyet ikke holder tiltenkt kurs eller kommer ut av posisjon.

Vær og sjøforhold er en faktor som både har en direkte og indirekte påvirkning med hensyn på grunnstøting og kollisjoner. Indirekte påvirker vær og sjøforhold personrelaterte forhold i form av kompleksitet og økt krav til situasjonsforståelse og vurderinger.

Sett i forhold til årsaksanalysen fra 2014, kan dette jamføres med hvordan ytre forhold påvirker noden «kompleksitet». Ved bruk av M-SCAT i denne analysen, er vær/sjøforhold også ansett som en direkte årsak i flere av hendelsene.

Utilstrekkelige barrierer

Utilstrekkelige barrierer er en årsakskategori som dekker forhold der det enten ikke er etablert tekniske/organisatoriske barrierer, eller at slike etablerte barrierer ikke har fungert tilstrekkelig. For de aktuelle hendelsene i analysen, omhandler dette brovaktalarm (3 hendelser), manglende/utilstrekkelig styrende dokumentasjon, og manglende varsling/forrigling for å hindre feiloperering av utstyr. I de hendelsene årsakene er knyttet til brovaktalarm har navigatør sovnet på vakt. I to av disse hendelsene fremkommer det ikke av rapportene detaljer rundt tilstand/funksjonalitet til systemet. Det er imidlertid oppgitt i en rapport at alarmen ble aktivert, men at det i løpet 30 minutter forut for grunnstøtingen ikke ble gjort noen kursendring. Dette kan tyde på at systemet ikke har fungert/satt opp i henhold til krav.

Teknisk svikt

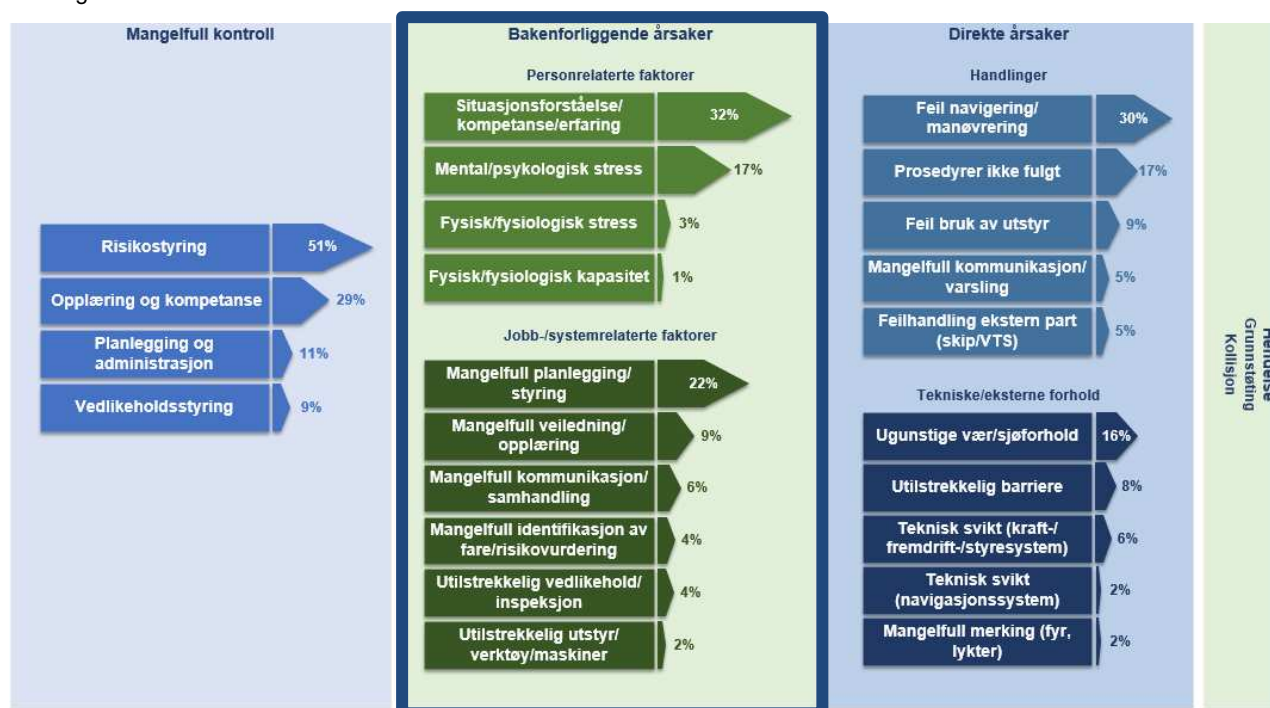
Teknisk svikt omhandler i denne analysen hendelser der det kommer frem svikt i fartøyets systemer for fremdrift, styring og kraftproduksjon, samt svikt i navigasjonssystemer. Herunder er de fleste årsakene knyttet til svikt i kraft-/fremdrifts-/styresystem, inkludert «shutdown» på hovedmotor, elektrisk feil på manøvreringsanlegg, svikt i «pitch» kontroll på hovedmaskin. Når det gjelder svikt i navigasjonssystemer, er dette kun identifisert i to av de analyserte hendelsene, og omfatter feil på kartmaskin og defekt VHF.

Mangelfull merking

For to av hendelsene er *mangelfull merking (fyr/lykter)* pekt på som en direkte årsak, i kombinasjon med andre direkte årsaker.

3.3.2 Bakenforliggende årsaker

Bakenforliggende årsaker er delt inn i underkategoriene personrelaterte faktorer og jobb-/systemrelatert faktorer som vist i figur 3-12.



Figur 3-11: Bakenforliggende årsaker fordelt på underkategori.

3.3.2.1 Personrelaterte faktorer

Situasjonsforståelse, kompetanse og erfaring

Figur 3-13 viser andelen identifiserte bakenforliggende årsaker fordelt på underkategorier under «*Situasjonsforståelse, kompetanse og erfaring*». I denne sammenheng er det viktig å påpeke at formelle krav til kompetanse og erfaring kan være ivaretatt og det er lite som tyder på at mangelfull formell kompetanse eller erfaring er en fremtredende årsak til ulykker. Oftest er dette mer situasjonsbetinget eller knyttet til særskilte forhold som spesifikk fartøyskompetanse særskilte operasjonelle forhold eller særskilte omgivelser. Samtidig er årsaksbildet sammensatt i alle hendelsene der kompetanse, erfaring og ferdigheter er identifisert blant årsakene.

Under kategorien «*Situasjonsforståelse, kompetanse og erfaring*», er den dominerende faktoren knyttet til de involvertes forståelse/oppfattelse av situasjonen og risiko sett i forhold til fartøyets pågående aktivitet og kontekst, og derigjennom evne til å beslutte og handle. Tilstrekkelig situasjons- og risikoforståelse forutsetter at de involverte har tilstrekkelig informasjon og kompetanse knyttet til operasjonene og konteksten de gjennomføres under. I tillegg fordrer det tilgang til tilstrekkelig verktøy og besittelse av kompetanse for å kunne vurdere situasjoner på en god måte. *Situasjons- og risikoforståelse* er derfor en faktor som påvirkes av mange andre faktorer, som for eksempel trening, erfaring, kommunikasjon og informasjonshåndtering, inkludert samhandling med andre involverte aktører.



Figur 3-12: Underkategorier personrelaterte faktorer – «Situasjonsforståelse, kompetanse og erfaring».

Ved risikofylte aktiviteter, som bl.a. seilas, er grundig planlegging, kontinuerlig kommunikasjonsflyt og håndtering av avvik/endringer viktige forutsetninger. I denne settingen er vil man bl.a. være avhengig av å ha kjennskap til lokale vær/sjøforhold og hvilke begrensninger fartøyet har under gitte forhold. Dette vil danne grunnlag at nødvendige tiltak/marginer blir etablert, for eksempel sikker avstand til land/objekt, tilstrekkelig kraft tilgjengelig, slepeberedskap, eller eventuelt avbryte operasjoner.

Analysen viser at man i flere tilfeller oppfatter/vurderer situasjoner som mindre risikofylte enn de faktisk er og dermed ikke foretar de nødvendige handlinger for å ivareta sikker navigasjon. En betydelig andel av disse tilfellene handler om mangler ved navigatørers forståelse/vurdering av seilassituasjoner og behov for utkikk. Dette fører i flere tilfeller til at utkikk ikke er tilstrekkelig ivaretatt, ofte ved at navigatør vier oppmerksomhet til andre oppgaver på bro. Analysen viser også at effekten av vær og sjøforhold ofte er krevende å vurdere og inkludere i en felles situasjons-/risikoforståelse. Fra rapportene kan dette eksemplifiseres ved at «fartøyet fikk større avdrift enn beregnet når farten ble slakket ned» og «Sterk vind som dreide utover hendelsesforløpet endret skipets opprinnelige antatt drift-retning mot land i stedet for sørover».

Vesentligheten ved tilstrekkelig situasjons- og risikoforståelse kommer bl.a. tydelig frem i rapporten etter kollisjon mellom TS Sola og KNM Helge Ingstad, hvor dette fremstilles som en sentral faktor i rapporten: "Etter vaktskiftet på KNM Helge Ingstad var det situasjonsforståelsen om et stasjonært objekt nært land som lå til grunn for videre beslutninger og handlinger hos påtroppende vaktsjef. En mer erfaren vaktsjef ville trolig hatt mer kapasitet til å fange opp svake signaler om fare og hatt større forutsetninger for å fatte mistanke om at noe var galt med egen forståelse av situasjonen".

Mangelfull erfaring utgjør 4 % av de identifiserte bakenforliggende faktorene og handler i de fleste tilfellene om at navigatør/kaptein hadde begrenset erfaring med det aktuelle farvann og/eller begrenset erfaring med fartøyet og håndtering av dette. Erfaringsnivået, med hensyn på fartstid generelt og fartøy spesifikt, til de involverte er i de fleste tilfeller ikke belyst i rapportene. Det kan bety at selv om en involvert part hadde manglende erfaring innenfor den aktuelle konteksten, kan erfaringsnivået generelt vært tilfredsstillende.

Mangelfull kvalifikasjon/oppdatering av kompetanse er i mindre grad omtalt i rapportene som er inkludert i analysen. I de hendelser der dette pekes på som en faktor, handler det primært om at de involverte aktørene ikke har fått tilstrekkelig familiarisering med relevant styrende dokumentasjon og/eller fartøy-/utstyrsspesifikke forhold. Det er kun ett tilfelle der det kommer frem mangler ved pålagte kvalifikasjoner (krav til farledsbevis). Med andre ord er det ikke identifisert mangler ved kompetansenivå i forhold til formelle kompetansekrav, bortsett fra det ene nevnte tilfellet..

Misforstått/mangelfull instruksjon/kommunikasjon er en faktor som identifisert i enkelte hendelser hvor det handler om at involvert personell ikke har fått tilegnet seg tilstrekkelig/riktig kunnskap om situasjonsaktuelle forhold på grunn av misforståelser eller at det er manglende kommunikasjon. Situasjonen relateres i hovedsak til gjennomføring av seilas, bruk av navigasjonshjelpemidler og rollefordeling på bro. De fleste hendelsene der dette er pekt på som en faktor, involverer seilas med Los. I en av hendelsesrapportene eksemplifiseres denne faktoren på følgende måte: "Basert på rapport fra los og kaptein tyder det på at de ikke var helt samstemte på hvilken fart en måtte ha gjennom svingen før ankomst".

Mentalt/psykologisk stress

Mental/psykologisk stress er en faktor som påvirker personers evne til å opprettholde tilstrekkelig konsentrasjon og tilstedeværelse, samt evne til å utføre gode vurderinger og beslutninger. Analysen viser at mental/psykologisk stress i hovedsak kan relateres til situasjoner hvor mannskapet er opptatt av andre oppgaver eller at det krevende forhold som skaper stort behov tilstedeværelse og vurderings-/beslutningsevnene. Figur 3-14 viser andelen identifiserte bakenforliggende årsaker fordelt på underkategorier under «*Mentalt/psykologisk stress*».



Figur 3-13: Underkategorier personrelaterte faktorer - mental/psykologisk stress.

I hendelsene der det kommer frem at mannskapet er *opptatt med andre oppgaver* er det i de fleste tilfeller kun en navigatør på bro. Dette fører til at evnen til å ivareta brovaks funksjonene blir vesentlig redusert. Slike oppgaver er typisk av administrativ art, som for eksempel, anløpsmeldinger, føring av loggbok, kommunikasjon med rederi, kartrettelser og oppdatering av posisjoner i kart osv.

Behov for konsentrasjon, vurdering- og beslutningsevne påvirkes i hovedsak gjennom kombinasjon av utfordrende farvann og vær-/sjøforhold. I tillegg viser analysen at det er tilfeller hvor mangel på tilgjengelig tid og utfordrende samarbeidsklima på bro, har skapt økt krav til vurderings- og beslutningsevne.

Ifølge analysen er *monotone arbeidsoppgaver* pekt på som en faktor i de situasjonene der det tydelig kommer frem at seilassen har vært oppfattet som rutinepreget og med redusert behov for oppmerksomhet hos navigatør.

Forvirrende regler, prosedyrer, etc. er kun identifisert som en faktor i en av hendelsene i analysen og omfatter kollisjon mellom TS Sola og KNM Helge Ingstad. I rapporten fra SHK, eksemplifiseres dette på følgende måte: "Innføringen av AIS og elektroniske kart kan ha bidratt til en generell forventning blant sjøfarende om at andre fartøyer har en fullstendig oversikt over trafikkbildet. Dette igjen kan ha medført en oppfatning av et redusert behov for at trafikksentralen informerte fartøyer i området. Det kan også ha ført til mindre manuell radarplotting av fartøyer fra trafikksentralens side."

Fysisk/fysiologisk stress

Basert på rapportene som danner grunnlag for analysen, er *utmattelse* som tema i liten grad omtalt/vurdert, og identifisert som en faktor. I sum utgjør de kun 3 % av de identifiserte faktorene i kategorien bakenforliggende årsaker som man ser av figur 3-15. Flere av rapportene omtaler bl.a. status på registrert hviletid for involvert personell forut for hendelsene, men inneholder begrenset informasjon om registrert hviletid gjenspeiler den reelle situasjonen for de enkelte involverte med hensyn på hvor uthvilt de var. For de hendelsene der dette er pekt på som en faktor (4 stk.), er det tre tilfeller hvor navigatør sovner på vakt. I slike tilfeller er det sannsynlig at utmattelse er en faktor. Samtidig viser annen forskning at utmattelse er en faktor i rundt 30 % av kollisjoner (15) og at utmattelse har en vesentlig påvirkning på kognitive evner, med effekt på reaksjonstid, oppmerksomhet og beslutningstaking.



Figur 3-14: Underkategorier personrelaterte faktorer - Fysisk/fysiologisk stress.

Tilstrekkelig søvn/hvile er en viktig forutsetning for å unngå utmattelse. I tillegg påvirkes utmattelse av flere andre forhold, inkludert søvn/hvile kvalitet. Vurdering av utmattelse som faktor i forbindelse med gransking av hendelser vil derfor kreve at man ser på mer enn dokumentert hvile i den nærmeste tiden før hendelsen, gitt at utmattelse normalt sett utvikler seg over tid. En robust metode for å vurdere utmattelse, bør videre ta med i betraktning at subjektiv vurdering av grad av utmattelse og påvirkende faktorer (f.eks. hvor mange timer man faktisk sov for to dager siden), kan være vanskelig. Basert på dette er det knyttet usikkerhet til hvor dominerende utmattelse har vært i de hendelsene som analysen bygger på. Basert på andre kilder, kan det antas at dette har hatt en større påvirkning enn det denne analysen viser.

Fysisk/fysiologisk kapasitet

På samme måte som for *fysisk/fysiologisk stress*, er *fysisk/fysiologisk kapasitet* i liten grad omtalt/vurdert og identifisert som en faktor. Av de hendelse som analysen er basert på, er det kun to hendelser der dette er pekt på en faktor, og omfatter svekket syn og andre svekkelser i sanser. Dette utgjør 1 % av de de identifiserte faktorene i kategorien bakenforliggende årsaker som vist i figur 2-16.



Figur 3-15: Underkategorier personrelaterte faktorer - Fysisk/fysiologisk kapasitet.

3.3.2.2 Bakenforliggende årsaker – jobb/systemrelaterte faktorer

Mangelfull planlegging/styring av operasjoner

Under *mangelfull planlegging/styring* er den mest dominerende faktoren, som vist i figur 3-17, knyttet til *mangler ved kommunikasjon eller implementering av styringssystem elementer*, herunder *prosedyrer*. Denne faktoren har i hovedsak sammenheng med handlinger (direkte årsaker) der det pekes på at prosedyrer ikke er fulgt, herunder knyttet sikker navigasjon og brovaktfunksjoner, primært manglende etablering av utkikk. Denne årsakssammenhengen er i hovedsak naturlig utledet på bakgrunn av de aktuelle direkte årsakene. Rapportene omtaler i liten grad forhold rundt rederienes prosedyreverk med hensyn på hensiktsmessighet og/eller grad av implementering. Basert på dette ligger det en viss usikkerhet knyttet til om det handler om utilstrekkelig prosedyreverk eller om det er implementeringen som er mangelfull, eller en kombinasjon.



Figur 3-16: Underkategorier jobb-/systemrelaterte faktorer - mangelfull planlegging/styring.

Utilstrekkelige prosedyrer er identifisert som en faktor i de tilfeller det kommer eksplisitt frem i rapportene. Disse tilfellene utgjør 4 % av de de bakenforliggende årsakene totalt sett. Nyanseringen mellom disse to faktorene har en verdi med hensyn på å vurdere/identifisere mangler ved *organisatorisk kontroll*, hvor implementering handler om

utøvelse av operasjonelt lederskap og kultur, mens tilstrekkelighet handler (mer) om det metodiske. Her er det også en relasjon mellom faktorene; utilstrekkelige/uhensiktsmessige prosedyrer utfordrer effektiv implementering.

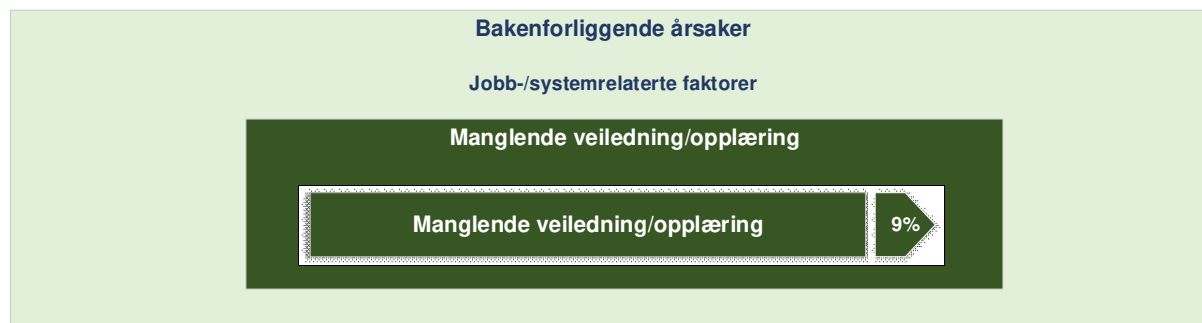
Faktorene knyttet til prosedyrer (implementering og hensiktsmessighet) er ikke begrenset til rederienes systemer, men omfatter i tillegg forhold der det kommer frem at prosedyrer/instruksjoner fra Lostjenesten/Sjøtrafikksentral ikke er effektivt iverksatt.

Prosedyrer er en sentral del av sikkerhetsstyringssystemene som rederiene er pålagt å implementere i henhold til ISM koden og nasjonale forskrifter. Dersom prosedyreverket er tilstrekkelig tilpasset virksomheten og er effektivt implementert, vil de være et verdifullt bidrag til å unngå uønskede hendelser, inkludert kollisjoner og grunnstøting. Forskning viser imidlertid at dette ikke alltid er tilfelle (16) (17) (18). Samtidig viser en spørreundersøkelse utført av Sjøfartsdirektoratet at sjøfolk anser sikkerhetsstyringssystemer som et viktig bidrag til å ivareta sikkerhet til sjøs (19).

Mangelfull planlegging omhandler situasjoner det kommer frem at forberedelser og planlegging forut for/underveis i seilas har vært mangelfull. Dette har en nær sammenheng med faktorene knyttet til både prosedyreverk og kommunikasjon/samhandling mellom aktørene på bro. Det betyr at det er elementer av planlegging også under disse faktorene. Fra rapportene kan mangelfull planlegging bl.a. eksemplifiseres ved at det på KNM Helge Ingstad var flere aktiviteter (vaktskifte, bespising, rulling av posisjoner) som sammenfalt med trening i optisk posisjonering.

Mangelfull instruksjon/orientering

Den kvalitative analysen viser at *manglende opplæring/veiledning* utgjør 9 % av de bakenforliggende årsakene, som vist i figur 3-18. Denne faktoren omhandler situasjoner der det kommer frem at organisasjonen ikke har sørget for at personell er tilstrekkelig kjent med relevante aspekter knyttet til rollen om bord. Dette inkludere både skips-spesifikke aspekter, som for eksempel håndtering av fartøy under varierende forhold (vær/vind/strøm), og mer generelle aspekter, som for eksempel fravær av mentor-rolle ved seiling på kadettfarledsbevis. Et annet eksempel fra rapportene peker på behov for BRM-trening.

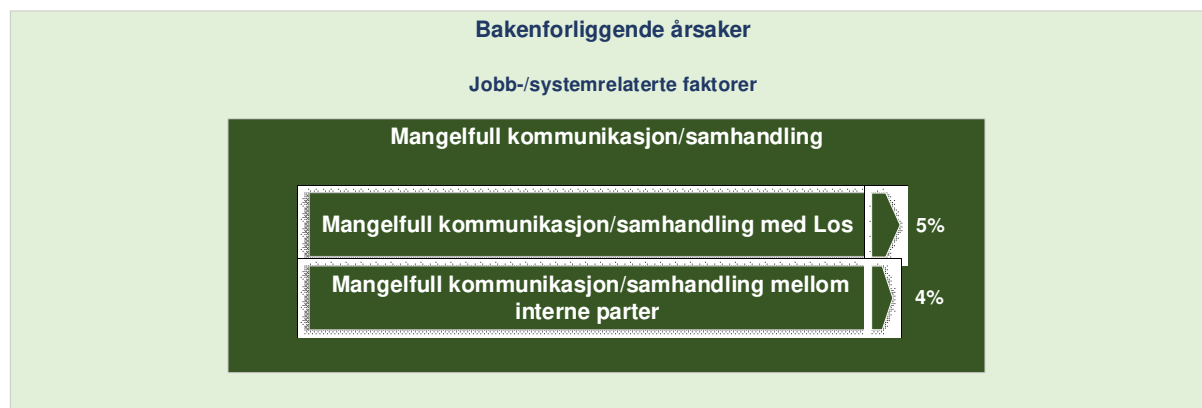


Figur 3-17: Underkategorier jobb-/systemrelaterte faktorer - manglende veiledning/opplæring.

Rapportene som analysen er basert på, inneholder lite informasjon utover å peke på opplæring/veiledning har vært mangelfull. Det er derfor ikke mulig å peke på mangler relatert til spesifikke elementer av organisasjonenes systemer/prosedyrer for opplæring. Sett i forhold til ISM koden (20), er det krav til at styringssystemene skal inneholde rutiner/prosedyrer for å identifisere opplæringsbehov (hva som minimum kreves på spesifikke fartøy og for spesifikke stilling), samt gi nødvendig opplæring og sørge for at personell som er nye/bytter rolle får anledning til å bli familiær med sine oppgaver. Med det som utgangspunkt, kan manglene antas kategorisert som enten mangelfulle prosedyrer for identifisering av opplæringsbehov, eller mangelfull gjeninnføring av opplæring/familiarisering. En kombinasjon av begge kan også være relevant.

Mangelfull kommunikasjon/samhandling

Kommunikasjon og samhandling handler om hvordan broteamet i felleskap evner å ivareta brovaktfunksjonene, inkludert avklaring av roller, planlegging og kommunikasjon for å sikre felles situasjonsforståelse. Kommunikasjon/samhandling har således en betydelig påvirkning på de personrelaterte faktorene, spesielt risiko-/situasjonsforståelse (omtalt over).



Figur 3-18: Underkategorier jobb-/systemrelaterte faktorer - mangelfull kommunikasjon/samhandling.

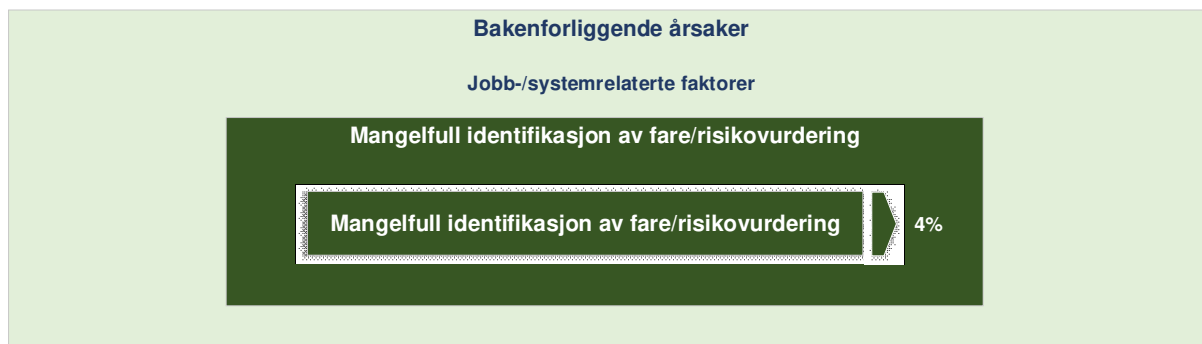
Analysen viser at *mangelfull kommunikasjon/samhandling* utgjør 9 % av de bakenforliggende faktorene, som vist i figur 3-19. En stor del av rapportene som inngår i analysen er utarbeidet av Kystverket etter undersøkelser av ulykker som har skjedd med lospliktige fartøy. Fartøy med los om bord kan være eksempel på situasjoner der denne faktoren har betydning. Fartøyet har da behov for, og plikt til, å ha los om bord som rådgiver og for å tilføre fartøyet besetning nødvendig farvannskunnskap. I slike tilfeller vil losen representere en tilleggsrolle til den ordinære besetningen, men skal ikke erstatte besetningen eller overta ansvar. Ansvar for fartøy og navigering ligger fortsatt hos kapteinen og hans besetning. Felles forståelse av rollefordeling mellom partene er da av stor betydning. Partene har i stor grad behov for hverandre og hverandres kunnskap og kompetanse. Dette vil imidlertid sette større krav til kommunikasjon og samhandling, spesielt med tanke på kjennskap til fartøyet, farvann og rollefordeling. Nettopp rollefordelingen og manglende felles forståelse for denne samt språklige barrierer er i mange tilfeller medvirkende til at dette blir utfordrende, som man kan lese ut av flere av hendelsesrapporter. I en av rapportene beskrives dette forholdet på følgende måte: «Mangelfull kommunikasjon mellom Los og besetning førte til at Losen valgte å ta roret selv. Dermed ble det mer krevende for Losen å beholde full oversikt over situasjonen». I tillegg er det eksempler på at situasjoner der begrensninger ved fartøyet ikke er tilstrekkelig kommunisert til losen.

I de tilfellene der det dreier seg om kommunikasjon/samhandling internt i broteamet, handler det primært om at broteamet i felleskap ikke har evnet å opprette tilstrekkelige brovaktfunksjoner, eller at seilingsplaner ikke er tilstrekkelig fulgt under seilas. I en av rapportene påpekes det at: «Ved vaktskiftet om kvelden den 17. januar diskuterte ikke navigatørene den videre seilasen. De brukte heller ikke papirkart for å kontrollere kursvalget over Hustadvika».

Mangelfull identifikasjon av fare/risikovurdering

Mangelfull identifikasjon av farer/risikovurderinger er pekt på som faktor i de hendelsen der det kommer frem at det gjort endringer som ikke tilstrekkelig vurdert og/eller at det ikke er implementert risikoreduserende tiltak. Av de analyserte hendelsene, utgjør dette 4 % av de identifiserte bakenforliggende faktorene, som vist i figur 3-20. I en av disse hendelsene, som omhandler endringer i manøvreringssystemet, kommer det frem at «Rederiet hadde ikke vurdert faren for avvik eller hvilken risiko endringer i operasjonsmodus kunne innebære for passasjersikkerheten». Et annet eksempel er knyttet til bruk av AIS, hvor det i granskningsrapporten fremkommer at: «Etter 2014 hadde Marinens fartøyer generelt

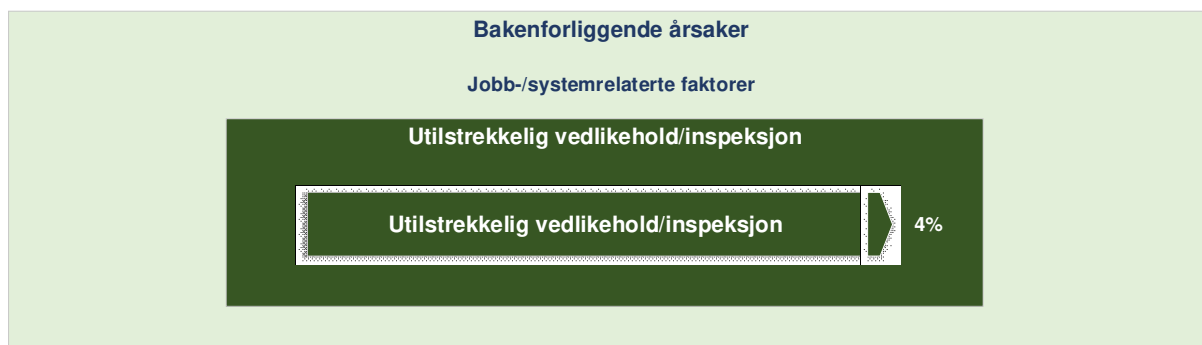
benyttet AIS i passiv modus mer som en hovedregel enn som et unntak, som følge av en stadig mer krevende sikkerhetspolitisk situasjon, uten at Sjøforsvaret hadde gitt spesifikke føringer om kompenserende sikkerhetstiltak».



Figur 3-19: Underkategorier jobb-/systemrelaterte faktorer - mangelfull identifikasjon av farer/risikovurderinger.

Utilstrekkelig vedlikehold/inspeksjon

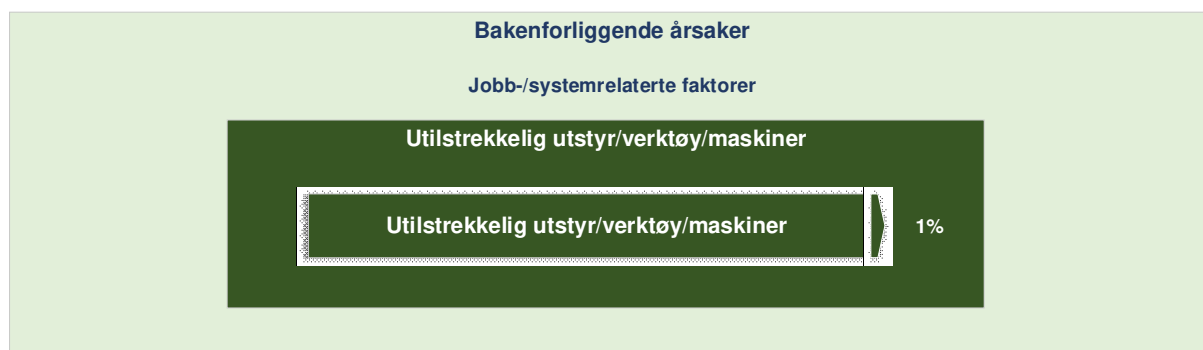
Mangler ved vedlikehold er identifisert som en bakenforliggende faktor i de hendelsene hvor teknisk svikt er pekt som en direkte årsak. Andelen identifikasjoner i analysen for denne bakenforliggende faktoren er vist i figur 3-21. De aktuelle rapportene inkluderer lite informasjon utover å omtale selve svikten, noe som medfører en viss usikkerhet med hensyn på andre mulige årsaker, som for eksempel mangler ved design/produksjons av de aktuelle komponentene/systemene. Basert på rapportenes beskrivelse, er det likevel nærliggende å betrakte vedlikehold som en aktuell bakenforliggende faktor. Sett i forhold til standard elementer i en vedlikeholdsprosess, kan det antas utilstrekkelig vedlikehold kan spores til for eksempel; identifisering av behov/krav, planlegging, gjennomføring, eller rapportering på tilstand.



Figur 3-20: Underkategorier jobb-/systemrelaterte faktorer - utilstrekkelig vedlikehold/inspeksjon.

Utilstrekkelig utstyr/verktøy/maskiner

Utilstrekkelig utstyr/verktøy/maskiner er identifisert som en bakenforliggende faktor i de hendelsene der det kommer frem at utstyr/verktøy ikke har hatt tilstrekkelig funksjonalitet med hensyn på støtte operatørene på en god måte. Denne faktoren er kun identifisert i en av hendelsen, og omfatter broutrustning på det involverte fartøyet, samt radar/trafikkovervåkningssystem ved VTS, ref. figur 3-22.

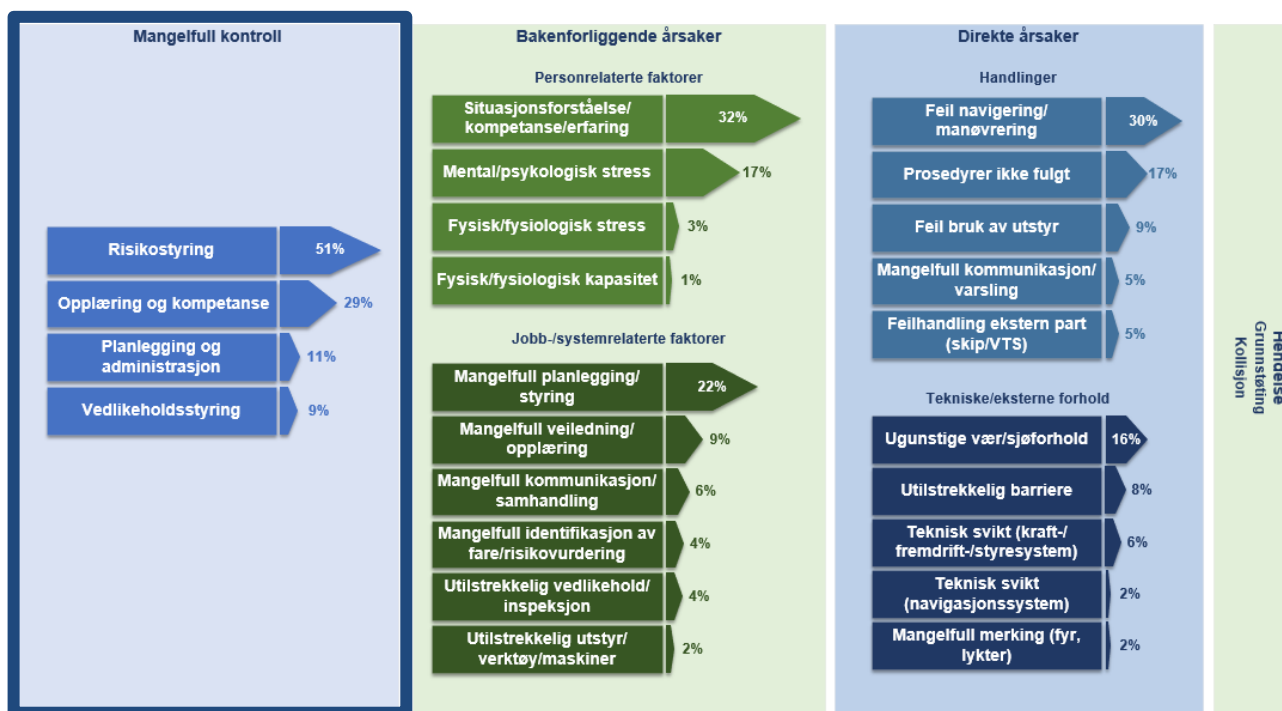


Figur 3-21: Underkategorier jobb-/systemrelaterte faktorer - utilstrekkelig utstyr/verktøy/maskiner.

3.3.3 Mangelfull kontroll

Under *mangelfull kontroll* er det totalt sett identifisert funn innen fire hovedområder, som markert i figur 3-23. Her fremkommer det at *risikostyring* oftest identifiseres som forbedringsområde.

Mangelfull kontroll adresserer organisasjonens evne til å legge til rette for sikker drift og unngå uønskede hendelser, gjennom en systematisk og risikobasert tilnærming. Med referanse til tap-årsaks-modellen (M-SCAT), handler tilrettelegging for sikker drift om å sørge for at faktorer som påvirker sikkerhet er av positiv art. I analysen av hendelser ved hjelp av denne modellen identifiseres det direkte årsaker som påvirkes av bakenforliggende årsaker, knyttet til personrelaterte og/eller jobb-/systemrelaterte faktorer. Disse bakenforliggende årsakene er videre et resultat av mangler ved organisasjonens system for å tilrettelegge for sikkerhet. Formålet er derfor å identifisere hvilke områder som har potensiale for forbedring og å indentifisere relevante tiltak.



Figur 3-22: Årsaker fordelt på underkategori.

Rapportene som analysen er basert på er varierende med hensyn på å adressere systemiske aspekter knyttet til rederienes arbeid for å tilrettelegge for sikker drift. I de tilfellene der det er funnet grunnlag å peke på mangler knyttet til organisatorisk kontroll, er informasjon knyttet til de bakenforliggende årsakene vurdert som tilstrekkelig for å peke på aktuelle områder. Det er likevel en viss usikkerhet knyttet til dette, samt at områdene er omtalt på et generelt nivå. Her er det også viktig å påpeke at bildet rundt organisatorisk kontroll ville vært mer nyansert dersom rapportene som analysen bygger på i større grad hadde adressert slike forhold. Resultatet fra analysen anses likevel som et verdifullt bidrag til forståelse av hvilke områder som er viktig å fokusere på i arbeid med å forbedre sikkerhet til sjøs og unngåelse av uønskede hendelser.

Organisasjonens evne til å legge til rette for sikker drift og unngå uønskede hendelser er tett forbundet med organisasjonens sikkerhetskultur, men hendelsesrapportene som denne kvalitative analysen baseres på gir i liten grad grunnlag for å peke direkte på sikkerhetskultur som aktuelt område med potensiale for forbedring. Sikkerhetskultur er nærmere omtalt i kapittel 3.3.5.

Risikostyring

Analysen gir en indikasjon på at det største forbedringsområdet innen systematisk sikkerhetsarbeid er knyttet til *risikostyring*, herunder *identifisering og vurdering av risiko*, samt *risikokontroll*, som vist i figur 3.24. Identifisering og vurdering av risiko handler om å identifisere og vurdere risiko forbundet med virksomheten, med hensyn på både storulykkerisiko og personsikkerhet, som grunnlag for å iverksette nødvendige risikoreduserende tiltak (barrierer). God risikostyring kjennetegnes bl.a. ved at slike barrierer er hensiktsmessige, er effektivt implementert og integrert i virksomhetens planlegging og styring av sine aktiviteter. God risikostyring fordrer også at det legges til grunn et MTO-perspektiv og at det etableres barrierer på alle aktuelle områder, herunder bl.a. knyttet til materiell/vedlikehold, kompetanse og prosedyrer/prosesser. Risikokontroll handler i hovedsak om implementering og vedlikehold av slike tiltak.



Figur 3-23: Mangelfull kontroll – risikostyring.

Majoriteten av fartøyene - og rederiene - som er inkludert i analysen er pålagt å etablere og vedlikeholde et sikkerhetsstyringssystem i henhold til ISM koden. I henhold til ISM koden, skal selskapet bl.a. beskrive hvordan rederiet vil jobbe for å identifisere risiko og etablere nødvendig tiltak. I praksis forventes det en beskrivelse/referanse til en metodikk som skal gi retning for systemet som helhet og hvordan risiko skal styres i hele organisasjonen, fra ledelsen og ut til operativt personell.

Bakgrunnen for at *risikostyring* er pekt på som det området med størst forbedringspotensial, er primært knyttet til summen av bakenforliggende årsaker som indikerer at risikoene knyttet til navigasjonsprosessene i mange tilfeller ikke er tilstrekkelig håndterte. Med navigasjonsprosess, menes både planlegging og gjennomføring av seilas. Analysen viser at det har vært mangler knyttet til for eksempel planlegging av seilas, samhandling på bro og gjennomføring av seilas, inkludert håndtering av endringer underveis. I mange tilfeller relateres dette til faktorene som omhandler

prosedyreverk, som enten utilstrekkelig eller mangelfullt implementert. I begge tilfeller kan det antas at slike mangler kan relateres til mangler ved rederiets risikostyring, inkludert risikovurdering og implementering av barrierer.

Som det kommer frem over, er god risikostyring noe som er integrert i den ordinære styringen av virksomheten, og gir retning/føringer for virksomhetens aktiviteter og prosesser i sin helhet. De øvrige områdene som er omtalt i det videre, som for eksempel opplæring/kompetanse og vedlikehold, må derfor ses i sammenheng med dette. I tilfeller der det pekes på mangler ved opplæringssystemet basert på at personell har hatt mangelfull erfaring/opplæring, kan det også være mangler relatert til hvordan kompetansebehov er blitt vurdert, dvs. ikke basert på risikoen forbundet med den spesifikke aktiviteten/operasjonen/prosessen og behovet for kompetanse (i kraft av barriere), sett i forhold til øvrige etablerte/mulige barrierer.

Opplæring og kompetanse

Opplæring og kompetanse som et område under organisatorisk kontroll innebærer å ha systemer og prosesser for å sikre at riktig kompetanse er etablert på alle nivåer i virksomheten. Kompetansestyring inkluderer generelt sett identifisering av behov/krav, fremskaffe kompetanse, monitorering av behov/endringer og oppdatering kompetanse. Som for de øvrige områdene under organisatorisk kontroll, inneholder rapportene som analysen er basert på begrenset informasjon om detaljer rundt de enkelte virksomhetenes kompetansestyring.

I de tilfeller der det er pekt på mangler innen dette området, fremkommer det at personell ikke har vært tilstrekkelig familiær med spesifikke forhold ved fartøyet og dets kapasitet, farvann, og/eller innhold i styrende dokumentasjon. Hvilke deler av virksomhetens kompetansestyring manglene kan knyttes til er ikke mulig å identifisere basert på underlaget. Det kan imidlertid virke som om identifisering av behov er et område som er aktuelt. I en av rapportene står det at bl.a. «Overstyrmann hadde erfaringer fra lignende fartøyer, men disse hadde alle broen akterut». Dette var identifisert som en bakenforliggende årsak til hendelsen, og kan ses som et eksempel på gap mellom den kompetansen/erfaringen overstyrmannen hadde og det unike ved det aktuelle fartøyet. En robust kompetansestyringsprosess kunne bidratt til at dette gapet ble identifisert og at nødvendige tiltak ble etablert.

Det er viktig å påpeke at kompetansestyring ses på som en del av virksomhetens helhetlige risikostyring, som bl.a. handler om å se kompetanse i sammenheng med barrierer. Det kan for eksempel oppstå situasjoner der det identifiseres/oppstår gap mellom tilgjengelig kompetanse (på individ eller gruppenivå) sett i forhold unike kontekstuelle forhold. Ett eksempel kan hentes fra en av rapportene som beskriver at «Rederiets rapport peker mot at vakthavende skulle hatt bedre opplæring før han håndterte fartøyet i en krevende led». Dette representerer en situasjon hvor det er et naturlig gap mellom eksisterende kompetanse og det nivået som søkes oppnådd gjennom opplæring om bord. En veletablert helhetlig risikostyring kunne bidratt til at kompenserende tiltak hadde blitt iverksatt, for eksempel etablering av større sikkerhetsmarginer for valgt led, tettere oppfølging fra erfarent mannskap, og/eller ekstra bemanning på bro.

Planlegging og administrasjon

Planlegging og administrasjon omhandler hvordan virksomheten planlegger og fordeler oppgaver mellom roller i organisasjonen. God planlegging legger til grunn ressursituasjon og kapasitet på individnivå, avdelingsnivå og organisasjonen som helhet. Videre kjennetegnes god planlegging ved at det legges til rette for effektiv håndtering av målkonflikter og riktige prioriteringer med hensyn på risiko. I de hendelsene der det pekt på mulig mangler ved planlegging, er det primært basert på at brobesetningen/navigatør utfører andre administrative oppgaver i tillegg til å utøve brovakt. Dette kan tyde på at summen av oppgaver som fartøyet skal utføre, ikke er i samsvar med de tilgjengelige ressursene om bord.

Vedlikeholdsstyring

Mangler ved *vedlikeholdsstyring* er direkte knyttet til de hendelsen hvor teknisk svikt/utilstrekkelige barrierer er identifisert som direkte årsaker. Analysen viser at det kun er et fåtall hendelser der det er tilfelle. Det fremkommer heller ikke hvilke deler av vedlikeholdsstyring de mulige manglene er knyttet til, som også omtalt under kapittel 3.3.2.2. – Bakenforliggende årsaker

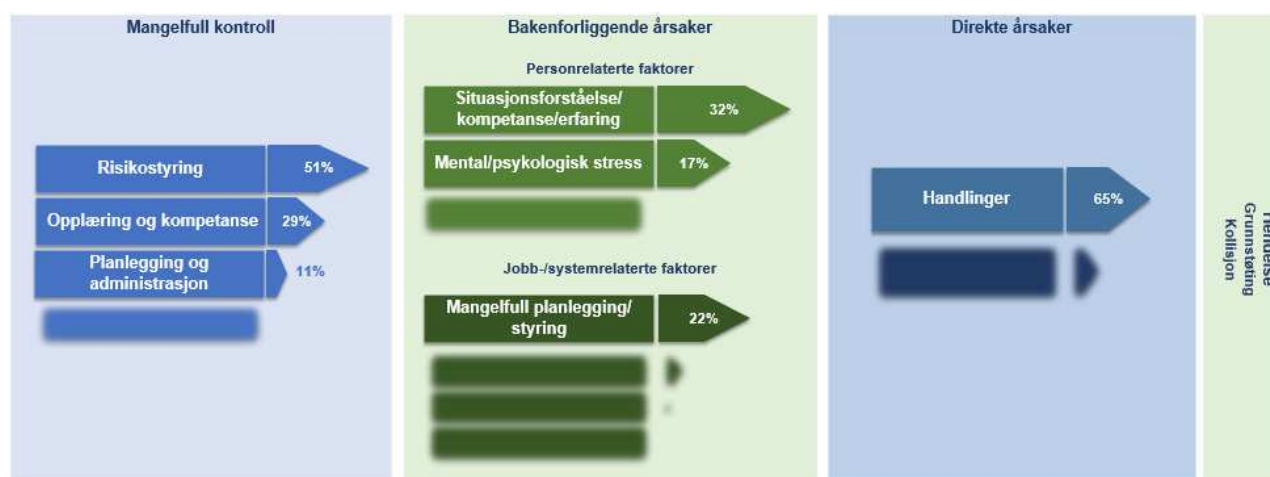
3.3.4 Oppsummering av resultater fra kvalitativ analyse

Formålet med den kvalitative analysen har vært å identifisere årsaksforhold bak hendelser som omfatter grunnstøtinger og kollisjoner, som et grunnlag for å vurdere aktuelle områder for forbedringstiltak.

Den kvalitative analysen baserer seg på 57 hendelser som inkludere grunnstøtinger og kollisjoner i perioden 2014-2022. Rapportene som beskriver disse hendelsene, er uestedt av SHK og Kystverket. Rapportene som er lagt til grunn for analysen utgjør et utvalg av tilgjengelige rapporter, basert på en vurdering av detaljeringsgrad sett i forhold til grunnlag for å identifisere årsakssammenhenger. Selv om det gjeldende utvalget representere en viss usikkerhet, er de i sum ansett som verdifull indikasjon på hva som er fremtredende årsaksforhold.

Hendelsene er analysert ved å benytte M-SCAT. Dette er en metode som baseres på en forståelse av ulykker som et resultat av *mangelfull kontroll* ved virksomhetens styring og ledelse. Disse manglene påvirker forutsetninger for sikker jobbutførelse gjennom et sett av faktorer relatert til både menneskelig yteevne og jobb-/systemrelaterte forhold. Handlinger og ugunstige forhold som fører til ulykker er resultat av summen dette. Metoden fokuserer derfor på virksomhetens evne til å tilrettelegge for sikker drift, i motsetning til å fokusere på menneskelig handling som primærårsak til ulykker.

Figur 3-25 viser de mest dominerende årsaksforholdene som er identifisert gjennom analysen og utgjør henholdsvis 65%, 71% og 91% av alle identifiserte årsaksforhold innenfor hver hovedkategori; direkte årsaker, bakenforliggende årsaker og mangelfull kontroll. Hendelsene kan dermed langt på vei forklares ved at det utføres handlinger som påvirkes av «*mangelfull situasjonsforståelse, kompetanse og erfaring*», *mentalt stress* og *mangelfull planlegging*, som igjen er et resultat virksomhetens systemer/metoder for *risikostyring*, *opplæring* og *planlegging*.



Figur 3-24 Oversikt over de mest dominerende årsaksforholdene

Direkte årsaker - Handlinger

Analysen viser at *handlinger* er den dominerende direkte årsaken til grunnstøtinger og kollisjoner. Slike handlinger favner primært situasjoner der det kommer frem at ruteplanlegging har vært mangelfull eller at man ikke har fulgt planlagt rute. Dette er ofte i kombinasjon med at prosedyrer/krav ikke er fulgt, samt at vær/sjøforhold ikke er tilstrekkelig tatt høyde for. Tekniske/eksterne forhold (utover vær-/sjøforhold) utgjør en mindre del av årsaksbilde under direkte årsaker.

Bakenforliggende årsaker

Årsakene til at det blir utført handlinger som får et uønsket utfall, kan i hovedsak forklares med at navigatør/broteam ikke har tilstrekkelig situasjons-/risikoforståelse, kombinert med at det er andre oppgaver/forhold som opptar mental kapasitet, samt at prosedyreverk enten er utilstrekkelig eller mangelfullt implementert. I tillegg kommer det frem mangler knyttet til opplæring og samhandling, som bl.a. har påvirkning på evnen til å etablere tilstrekkelig situasjons-/risikoforståelse.

Mangelfull kontroll

Gjennom analysen kommer det frem at *risikostyring* er det området under mangelfull kontroll som er forbundet med størst forbedringspotensial. Risikostyring favner i denne analysen system/metodikk for identifisering og vurdering av risiko, samt etablering av risikoreduserende tiltak (barrierer). Dette forbedringsområdet baseres på de bakenforliggende årsakene som indikerer at det ikke er etablerte tilstrekkelige barrierer knyttet til navigasjonsprosessene. De aktuelle barrierene omhandler primært kompetanse og prosedyreverk.

Et annet fremtredende forbedringsområde relateres til *opplæring og kompetanse*. Her handler det om indikasjon på at det ikke er etablert et robust kompetansestyringssystem for å sikre at personellet er tilstrekkelig familiær med spesifikke forhold relatert til rolle, fartøy og operasjoner.

Planlegging og administrasjon er et forbedringsområde som har nær relasjon til den personrelaterte faktoren mental/psykologisk stress. Planlegging og administrasjon omhandler i denne analysen virksomhetens evne til å avpasse oppgaver/aktiviteter i forhold til ressursbeholdning, samt å legge til rette for at prioriteringskonflikter håndteres på en god måte. Analysen viser at det er flere tilfeller hvor administrative oppgaver har tatt oppmerksomhet fra brovaktfunksjoner.

3.3.5 Vurderinger rundt identifiserte årsaksforhold og forbedringsområder

Analysen viser at menneskelige handlinger er en dominerende direkte årsak til ulykker. Dette samsvarer med det som lenge har vært en anerkjennelse innen forskning og ulykkesgranskning. Dette handler i midlertidig ikke om en forståelse av menneskelig handling som den «eneste» årsaken, men som en naturlig del av alle hendelser hvor mennesker er involvert. I et Safety II perspektiv betraktes menneskelig handlinger først og fremst som en årsak til at man *ikke* opplever ulykker, i kraft av kapasitet til å utøve fleksibilitet og evne til å gjøre tilpasninger i takt med endringer. Dette er et viktig perspektiv som også bør legges til grunn i betraktning av hendelsene som analysen er basert på; dvs. at hendelsene kun representerer en liten andel av det totale erfaringsvolumet som i hovedsak *ikke* involverer ulykker, og som i stor grad kan tilskrives besetningens evne til å håndtere variable situasjoner. Poenget her er at menneskelig handling og tilpasning er en naturlig og del av årsaksbildet, både når ting går bra og når ting går galt.

Sett i forhold til det menneskelige element, handler sikkerhetsstyring bl.a. om å tilrettelegge for at nødvendige tilpasninger kan gjøres samtidig som risikoen holdes på et akseptabelt nivå. Her viser analysen at det oftest er mangler knyttet til å sikre at mannskapet har tilstrekkelig situasjons-/risikoforståelse, kombinert med at det er andre oppgaver/forhold som opptar mental kapasitet, samt at prosedyreverk enten er utilstrekkelig eller mangelfullt

implementert. Dette kan igjen forklares ved at virksomhetens metodikk og prosesser for risikostyring, kompetansestyring og planlegging med hensyn på fordeling av oppgaver og ressurser, ikke har vært tilstrekkelig. Dette representerer således hovedområdene for forbedring som bør fokuseres på.

God risikostyring vil sikre at det etableres og opprettholdes tilstrekkelige barrierer (menneskelige, tekniske og organisatoriske) for alle identifisert risikoer, og kjennetegnes bl.a. ved at hensiktsmessige og anerkjente metoder tas i bruk, som for eksempel beskrevet ISO 31010. God risikostyring vil bl.a. bidra til at hensiktsmessige prosedyrer blir etablert og implementert. For å utnytte potensialet som ligger i et hensiktsmessig og effektivt prosedyreverk, kan det i tillegg være relevant å skjele til perspektivene rundt «arbeid-som-tenkt» sett i forhold til «arbeid-som-utført» (9). Dette vil kunne bidra til at det etableres en felles forståelse (mellom sjø og land) om at aktivitetene som utføres på fartøyene ikke lar seg styre ene og alene gjennom skrevne prosedyrer, gitt at mannskapet har behov for å gjøre tilpasninger i tråd med det dynamiske miljøet de opererer i. På denne måten kan man unngå at det etableres urealistisk høy tillit til prosedyreverket som isolert barriere, samtidig som det settes søkelys på å legge til rette for at tilpasninger kan utføres på en sikker måte.

Kompetansestyring kan ses på en integrert del av virksomhetens risikostyring, hvor det handler om å etablere prosesser for å sikre at virksomheten besitter riktig kompetanse og hvor kompetanse, som barriere, ses i sammenheng med øvrige barrierer som er etablert for å håndtere risiko. Riktig kompetanse, i kombinasjon med hensiktsmessige prosedyrer for både planlegging og gjennomføring av operasjoner, kan bidra til å sikre at personell har tilstrekkelig situasjons-/risikoforståelse.

Planlegging med hensyn på oppgaver sett i forhold til ressurser handler om å legge til rette for en sunn balanse mellom produksjon og sikkerhet. I denne settingen vil det være relevant å inkludere forståelsen om hvordan grenser for sikker drift blir utfordret av press knyttet til økonomi og behov for effektivitet i jobbutførelser (12). Dette fører igjen til at behov for å prioritere mellom å være effektiv og å være grundig (11). Dersom effektivitet prioriteres på bekostning av å være grundig, kan dette føre til at man ikke evner å utføre operasjoner og aktiviteter på tilstrekkelig sikker måte. I analysen kommer det frem flere eksempler der navigatør har fokusert på andre oppgaver under utøvelse brovakten. Dette kan tyde på at det har vært en ubalanse mellom arbeidsomfang (operasjonelt og administrativt) og de tilgjengelige ressursene. I den forbindelse kan det være aktuelt å bemerke at en stor andel av fartøyene i analysen er av mindre størrelse og har ofte et krevende seilingsmønster med hensyn på hyppige anløp og krevende farvann. Dette kan være en medvirkende faktor. Som et forbedringsområde, vil dette kreve at rederiene har gode prosesser for å identifisere og monitorere ressursbehov, sett i forhold til det totale omfanget av oppgaver. I tillegg må det etableres mekanismer som fungerer som et mot-press for å unngå at presset knyttet til økonomi og behov for effektivitet (som alltid vil eksistere) utfordrer grensene for sikker drift. Dette mot-presset skapes av et robust sikkerhetsstyringssystem, som innebefatter risikostyring og kompetansestyring, samt en moden sikkerhetskultur.

Sikkerhetskultur forstås som de egenskapene ved organisasjonskulturen som kan påvirke sikkerheten. For å etablere innsikt i hva som kjennetegner sikkerhetskulturen i de enkelte organisasjonene, kreves det en kartlegging av grunnleggende trekk som er delt på tvers i organisasjonene. På bakgrunn av dette er sikkerhetskultur ikke inkludert som en faktor i selve analysen fordi metoden og datagrunnlaget ikke er tilstrekkelig for dette formålet. Det kan likevel antas at sikkerhetskultur er en faktor som inngår i årsaksforholdene bak hendelsene. I en moden sikkerhetskultur inngår et helhetlig sikkerhetsperspektiv, det vil si en grunnforståelse av sikkerhet som et dynamisk fenomen som aktivt skapes hver dag gjennom interaksjon mellom menneskelige, tekniske og organisatoriske faktorer. En moden sikkerhetskultur kjennetegnes ved evne til å til enhver tid håndtere og balansere press og konflikter fra prestasjon/operasjonelle mål og sikkerhetsmål i organisasjonen. Årsaksforholdene som fremkommer gjennom analysen, kan gi en indikasjon på at slike trekk ved sikkerhetskulturen, ikke har vært dominerende.

Sikkerhetskulturens betydning har økt fokus i maritim bransje. I mangel på grunnlagsmateriale på dette feltet i denne årsaksanalysen kan det være hensiktsmessig å se til andre rapporter og undersøkelser. Våren 2023 publiserte Lloyd's List Intelligence i tett samarbeid med DNV rapporten «Maritime safety trends 2012-2022» (21) som nettopp fokuserer på

sikkerhetskultur som en nøkkelfaktor for å kunne snu den negative trenden i en tid der maritim næring er på en transformasjonsreise. Rapporten tar for seg de 8 elementene i rammeverket for sikkerhetskultur og utdyper hva dette innebærer innenfor hvert element. Rapporten viser at sikkerhetskultur er et område med potensiale for forbedringer og gir et godt supplement til de øvrige forbedringsområdene som er trukket frem av denne årsaksanalysen. Her følger et komprimert utdrag av forordet til rapporten, men det anbefales å lese rapporten i sin helhet.

«Nye teknologi tilbyr mange løsninger, men gir også økt usikkerhet og nye risikoer. Den maritime næringen må omfavne sikkerhet når den tilpasser seg disse endringene. Det må tas i bruk en mer helhetlig tilnærming. Selskapene må utvikle en robust og troverdig sikkerhetskultur som setter mennesker i sentrum. En dypere bevissthet om hvordan mennesker samhandler vil føre til en mer omfattende forståelse av ny teknologi. Dette vil hjelpe oss med å utvikle opplæringsprogrammer som er trygge, pålitelige og tar hensyn til de daglige realitetene til de som er mest avhengige av dem. Sikkerhetsekspertene må overbevise bransjen om å skifte fra reaktiv til proaktiv holdning, og legge like stor vekt på menneskelige elementer, organisatoriske og tekniske dimensjoner.» (21)

Vurdering av resultater sett i forhold til årsaksanalysen fra 2014

Resultatene fra denne analysen er langt på vei sammenfallende med årsaksanalysen fra 2014. Menneskelig handling, herunder feil navigering, brudd på prosedyrer, tilfeller der navigatør sovner på vakt, samt at vær-/sjøforhold ikke er tilstrekkelig tatt høyde for, utgjør fremdeles de dominerende direkte årsakene bak grunnstøtinger og kollisjoner.

Tilsvarende er de dominerende bakenforliggende årsakene nå også funnet å være knyttet til situasjons-/risikoforståelse og samhandling (omtalt under BRM i analysen fra 2014), mangelfulle prosedyrer/mangelfull implementering og mangelfull balanse mellom oppgaver og ressurser (omtalt som lite bruk av tilgjengelig personell i analysen fra 2014).

Denne analysen peker i tillegg på forbedringsområder med hensyn på hvordan rederiene legger til rette for sikker drift og unngå uønskede hendelser, gjennom en systematisk og risikobasert tilnærming.

Når det gjelder årsaksforhold som kan relateres til Kystverkets ansvarsområde, fremkommer det at disse utgjøre en begrenset andel. Dette er også i stor grad samsvarende med det som kom frem i analysen fra 2014. Det mest fremtredende årsaksforholdet er knyttet til seilas med los om bord, hvor det har en påvirkning i forhold til samhandlingen på bro. Dette er forhold som oftere er aktuelle i denne analysen, sett i forhold til analysen fra 2014, og kan ha sammenheng med at det er en større andel hendelser med los i denne analysen sammenlignet med 2014. Denne analysen inkluderer også en betydelig andel hendelser hvor navigatører seiler med farledsbevis. Det er ikke identifisert mangler ved systemet for tildeling av farledsbevis, med hensyn til å sikre at navigatøren er tilstrekkelig familær med farvann, som har hatt vesentlig betydning for årsaksforholdene. Det er dog et par eksempler, hvor slike forhold fremkommer og er da knyttet til kompetanse som en bakenforliggende årsak.

Vurdering av resultater sett i forhold til andre studier

Som en del av analysen har DNV undersøkt om det er andre lignende studier som kan være relevante sammenligningsgrunnlag. Av nyere dato, er det indentifisert to relevante studier. Den ene studien tar for seg ulykker i perioden 2002-2016 og baserer seg på granskningsrapporter fra Storbritannia, Australia, USA, Tyskland og Danmark, i alt 693 rapporter (22). Rapportene er analysert med hensyn på å identifisere direkte og bakenforliggende årsaker, men er ikke direkte sammenlignbar i forhold til hvordan årsaksforhold er kategorisert i M-SCAT, det vil si at flere av direkte årsakene i studien tilsvarer bakenforliggende årsaker i denne analysen. Studien viser at de mest dominerende direkte årsakene bak grunnstøtinger er kommunikasjonssvikt, mangelfull utkikk, utilstrekkelig vurdering og utmattelse. For kollisjoner er de mest dominerende årsakene mangelfull utkikk, kommunikasjonssvikt, utilstrekkelig vurdering og feil begått av los. Dette harmoniserer langt på vei med resultatene av denne analysen med hensyn på hva som er funnet å være de mest dominerende bakenforliggende årsakene.

Når det gjelder årsaker under kategorien bakenforliggende årsaker i studien, er utilstrekkelig bruk av teknologi identifisert som den mest dominerende årsaken. Dette synes å være vesentlig forskjell i forhold til denne analysen, hvor feil bruk av utstyr er betraktet som en direkte årsak og som utgjør en mindre del av årsaksbildet. Studien gir imidlertid begrenset forklaring på hvilke type situasjoner og forhold som knyttes til ulike kategoriene, og gir dermed en viss usikkerhet i forhold til tolkning av resultater. Av andre dominerende årsaker peker også studien på mangler knyttet til risikostyring.

Den andre studien tar for seg ulykker i perioden 2010-2019 og baser seg på 135 granskningsrapporter fra Storbritannia (23). Formålet med studien var å kategorisere og identifisere hvilke menneskelige faktorer som oftest er en del av årsaksbildet bak ulykker til sjøs. Dette er gjort ved å benytte metoden Human Factor Analysis and Classification System for Maritime Accidents (HFACS-MA). Studien viser at det to dominerende kategorier knyttet til menneskelige faktorer bak ulykker; forhold knyttet til operatør(er) og organisatorisk påvirkning, herunder klima og prosesser. Forhold knyttet til operatør(er) inkludere faktorer som påvirker menneskelig yteevne, herunder mentale og fysiologiske, inkludert bl.a. sykdom, kompetanse og utmattelse. Dette er forhold som i denne analysen er dekket under bakenforliggende årsaker –

personrelaterte faktorer, som i sum utgjør den største andelen av alle identifiserte bakenforliggende faktorer. Kategorien organisatorisk påvirkning (klimate og prosesser) omfatter forhold relatert til arbeidsklimate om bord, inkludert kommunikasjonslinjer/samhandling og kultur, samt implementering av politikk og prosedyrer for skipsoperasjoner. Dette er områder, med unntak av sikkerhetskultur, som i denne analysen er dekket under kategorien bakenforliggende årsaker – jobb-/systemrelaterte faktorer. Her det også samsvar med hensyn på hva som kommer frem som dominerende faktorer.

Selv om studiene er basert på ulikt grunnlag og gjennomført ved hjelp andre metoder enn den som er brukt i denne analysen, kan resultatene anses som relevante samtidig som de langt på vei underbygger resultatene fra denne analysen.

4 ÅRSAKSANALYSEN BASERT PÅ ULYKKESSTATISTIKK

Sjøfartsdirektoratet har ansvar for å følge opp og håndheve *Forskrift om melde- og rapporteringsplikt ved sjøulykker og andre hendelser til sjøs* (24). Forskriften gjelder for alle norske skip samt utenlandske skip som utsettes for alvorlige sjøulykker og nestenulykker i norsk territorialfarvann. I forskriften stilles det krav til at rederiet, eller skipsføreren på fartøyet hvor ulykken inntraff, skal avgi skriftlig rapport til Sjøfartsdirektoratet på fastsatt skjema, KS-0197, innen 72 timer etter hendelsen. Når hendelsen er rapportert inn til Sjøfartsdirektoratet vil den registreres og klassifiseres og dataene samles i Sjøfartsdirektoratets Ulykkesdatabase (SDU).

Intensjonen med rapporteringen er generelt å erverve kunnskap om ulykker og hvorfor de skjer som ledd i sjøsikkerhetsarbeidet. Sjøfartsdirektoratet bruker ulykkesstatistikk og rapporter til vurdering av behov for tiltak og oppfølging av fartøy, rederi og skipsfartsnæringen generelt, samt utarbeidelse av statistikker, som grunnlag for erfaringsoverføring, identifikasjon av fokusområder, risikovurderinger og analyse. Dette kan være gjennom kortsiktig oppfølging av enkeltskip og enkelthendelser ved for eksempel å etterspørre tiltak, årsaksanalyser og forbedrede prosedyrer, og på lengre sikt ved å danne grunnlag for risikovurderingene Sjøfartsdirektoratet utarbeider for sektoren (25).

4.1 Ulykkesstatistikk – overordnet

Som for årsaksanalysen fra 2014 (26) har DNV også i denne analysen valgt å se nærmere på registreringer i SDU. Dette danner grunnlag for å se på utviklingen siden forrige gang tilsvarende analyse ble gjennomført i 2014 samtidig som det tilfører den kvalitative analysen fra rapportens kapittel 3 et kvantitativt perspektiv basert på et større datagrunnlag ettersom databasen dekker et betydelig større antall ulykker i den spesifiserte perioden.

Ulykkesdatabasen er en omfattende kartlegging av ulykker i perioden fra 1981 frem til i dag og inkluderer informasjon om forhold relatert til ulykken som blant annet informasjon om årsaksforhold, skipstype, skadeomfang, konsekvens, farvann, værforhold, tid på døgn og lysforhold, med mer. Helt overordnet differensieres det mellom tre ulike årsakskategorier:

- Direkte årsaker
- Indirekte årsaker
- Bakenforliggende årsaker

Disse årsakskategoriene deles videre inn i underkategorier som gir mer utdypende informasjon. Direkte årsaker som er benyttet i databasen er gjengitt i 4-1, og som vi ser, er direkte årsaker delt inn i tre nye kategorier «person», «teknisk» og «ytre» som ytterligere er brutt ned i underkategorier. *Person* eller *direkte årsak person* er brukt når menneskelige handlinger er rapportert som direkte årsak til ulykken. *Teknisk* eller *direkte årsak teknisk* er brukt når tekniske feil er rapportert som direkte årsak til ulykken. *Ytre* eller *direkte årsak ytre* er brukt når forhold utenfor det berørte fartøyet er rapportert som direkte årsak til ulykken. Tilsvarende kategorisering i *person*, *teknisk* og *ytre* og nedbrytning i underkategorier ser vi for indirekte årsaker slik det er gjengitt i Tabell 4-2-2.

Person	Teknisk	Ytre
Direkte årsak person	Direkte årsak utstyr	Direkte årsak ytre
Andre forhold/handlinger	Andre tekniske forhold	Andre miljøforhold
Brudd på prosedyrer	Forskyvning av last	Andre ytre forhold
Feilhandling	Teknisk feil	Kolliderte m/ flytende gjenstand
Feilnavigering	Teknisk feil på annet skip	Operasjonsfeil annet fartøy
Feilvurdering	Teknisk feil utenfor skipet	Overhengig vær
Holdt for stor fart	Total maskinhavari/blackout	Sterk strøm
Holdt ikke styrbord		
Panikkhandling		
Sovnet på vakt		
Utilstrekkelig sikring		
Valgt feil seilingsled		

Tabell 4-1: SDU deler direkte årsaker i «person», «teknisk» og «ytre» som videre brytes ned i underkategorier.

Person	Teknisk	Ytre
Indirekte årsak person	Indirekte årsak utstyr	Indirekte årsak ytre
Alkohol/ ruspåvirket	Andre forhold	Andre forhold ved miljø
Andre forhold	Defekt utstyr	Nedsatt sikt grunnet værforhold
Benyttet ikke navig. hjelpemidler	Feil bruk av utstyr	Skipets bevegelse
Brukte feil/defekt utstyr	Feil ved design (annet enn ergonomi)	Strøm
Fatigue	Feil ved installasjon	Temperatur/fuktighet
Feilbedømmelse av andre forhold	Forhold vedr. sikring av last	Vind
Feilbedømmelse av fartøybevegelse	Mangelfull sikring av last	
Gikk ikke med sikker fart	Mangelfulle manøvreringsegenskaper	
Holdt ikke styrbord	Mangelfulle prosedyrer	
Ikke medisinsk skikket	Mangelfulle vernetiltak	
Kjedsomhet	Mangelfullt vedlikehold	
Kommunikasjonsproblemer	Manglende merking, varsling, skilting	
Mangelfull kompetanse	Stabilitetssvikt	
Mangelfull observasjon	Utilstrekkelig sikring	
Mangelfull opplæring	Utstyr ikke tilgjengelig	
Mangelfull planlegging av seilas		
Stor arbeidsbyrde		
Sykdom/skade		
Syns-problemer		
Uoppmerksomhet		

Tabell 4-2: SDU deler indirekte årsaker i «person», «teknisk» og «ytre» som videre brytes ned i underkategorier.

4.2 Kvantitativ analyse

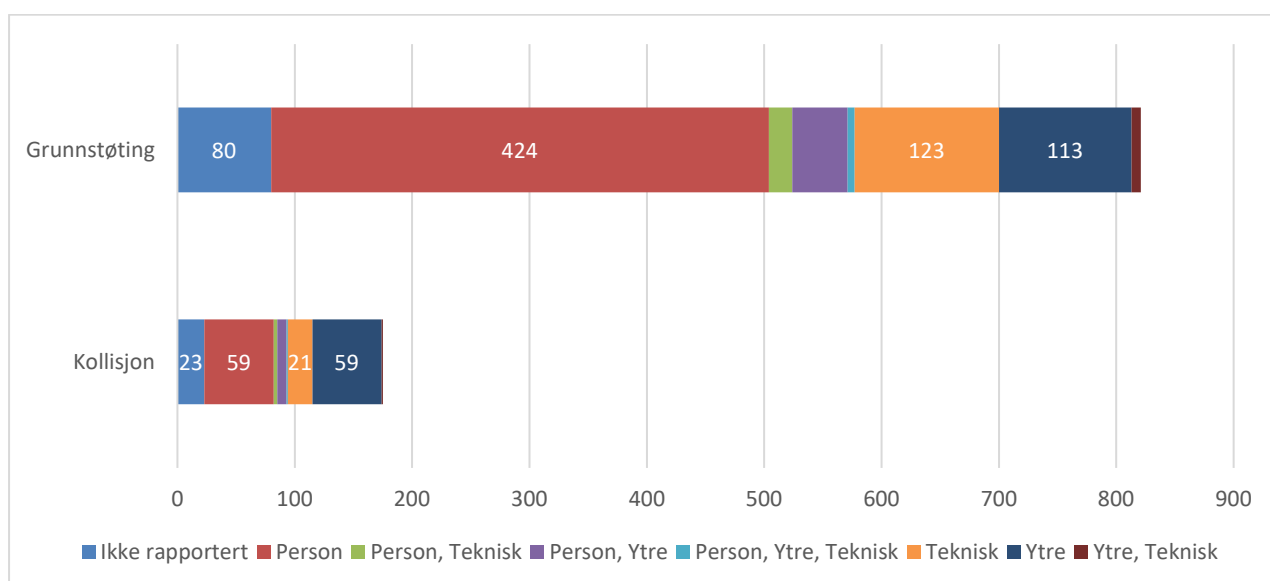
Analysen tar utgangspunkt i et utdrag fra SDU til en Excel-fil som DNV har fått overlevert fra Kystverket i forbindelse med oppdraget. Det må derfor tas høyde for at databasen kan inneholde informasjon utover det som er lagt til grunn for denne årsaksanalysen. Utvalg av data fra SDU for videre analyse er basert på de avgrensningene spesifisert i kapittel 2.3 og konsentrerer seg derfor om data i perioden 2014-2021, begrenset til grunnstøting og kollisjon i norske farvann, ekskludert nesten-ulykker.

Gitt tidsperioden som ligger til grunn for denne analysen, perioden 2014-2022, inkluderer SDU 821 registrerte grunnstøtinger og 175 kollisjoner mellom fartøyer. Dette utdraget er basert fartøyer som i databasen er kategorisert som lasteskip, fiskefartøy eller passasjerfartøy. Antall registrerte kollisjoner må ikke forstås som 175 hendelser ettersom det i 66 tilfeller er rapportert uavhengig for hvert av fartøyene som er involvert i kollisjonen. For hver av disse 66 hendelsene inneholder databasen 2 rapporteringslinjer slik at disse til sammen utgjør 132 av de 175 rapportene i databasen. Dette gir 109 kollisjoner dersom man ser på kollisjonshendelser uavhengig av antall skip som har rapportert inn de enkelte ulykken.

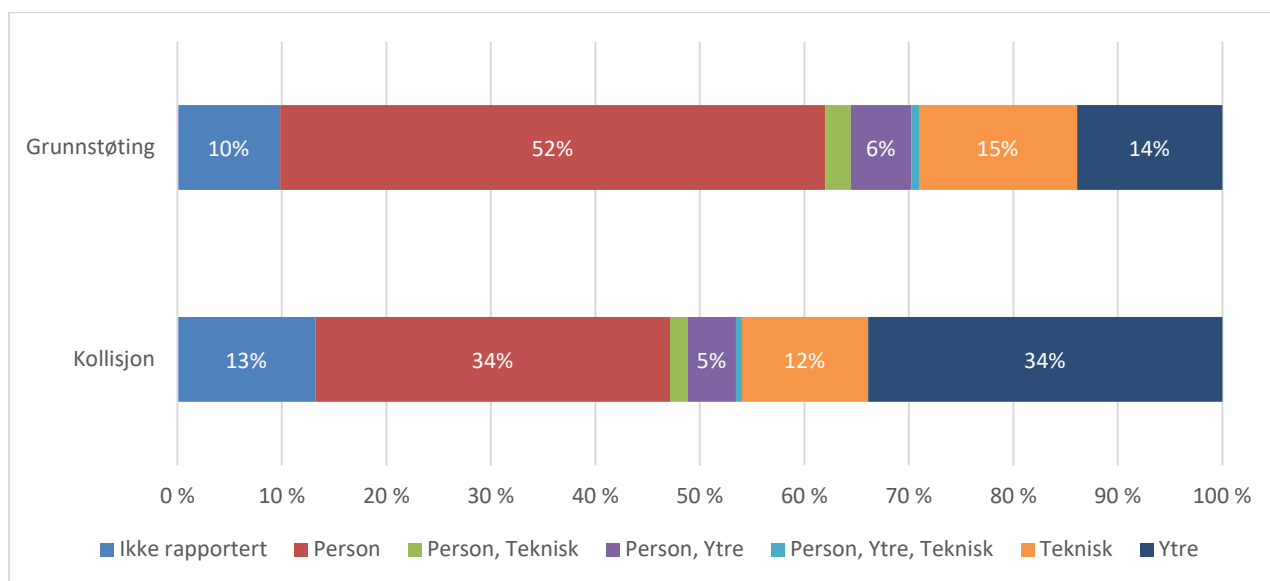
I analysen er det valgt å gjøre noen avgrensninger. Noen av ulykkene har oppgitt mer enn én direkte årsak. De ulike kombinasjonene av direkte årsaker kommer frem av figur 4-1 og figur 4-2, men hver av disse utgjør relativt liten andel av totalen. 5% av alle hendelsene har både *person* og *ytre* som de eneste direkte årsakene, og dette er den kombinasjonen som er rapportert eller registrert flest ganger. Figur 4-1 viser antall registreringer av de ulike årsakene og figur 4-2 viser prosentvis fordeling for henholdsvis grunnstøtinger og kollisjoner.

Videre analyse ser på hendelser hvor det er rapportert kun en direkte årsak, altså ses det bort fra hendelser hvor det er rapportert mer enn en direkte årsak og hendelser der direkte årsaker ikke er rapportert. Nestenulykker utgjør en relativt liten andel av hendelsene og det er derfor valgt å se bort fra nestenulykker i den videre analysen. Samme avgrensninger ble gjort i årsaksanalysen 2014, og det gir grunnlag for å sammenligne resultater mellom periodene.

Det må påpekes at dette er en forenkling av hensyn til analysen, og ulykker reelt sett har et mer komplekst årsaksbilde enn det rapporteringsbildet i SDU legger til rette for. For eksempel, i tilfeller der menneskelige handlinger oppgis som direkte årsak til ulykker handler det ikke om en forståelse av menneskelig handling som den «eneste» årsaken, men som en naturlig del av alle hendelser hvor mennesker er involvert, i sammenheng med indirekte og bakenforliggende årsaker



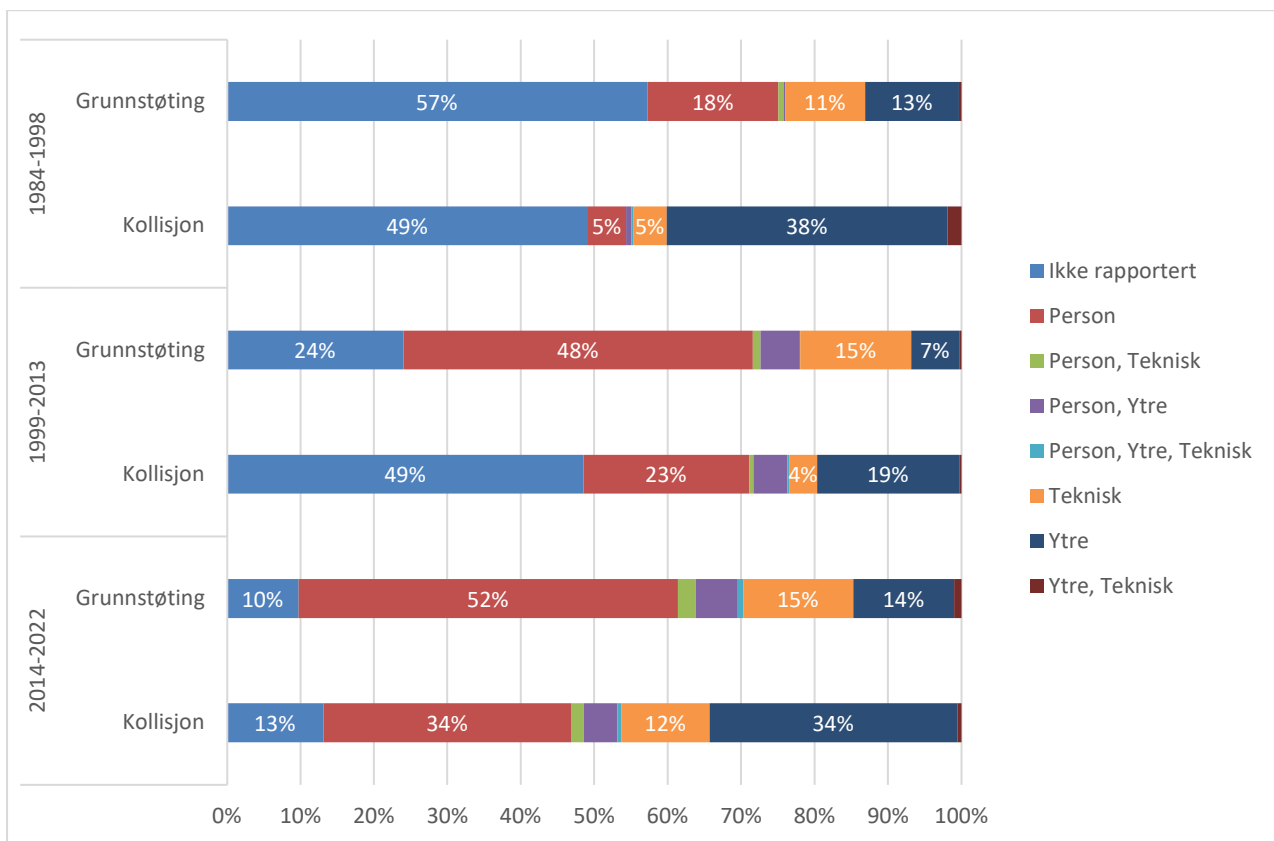
Figur 4-1 Direkte årsaker til kollisjoner og grunnstøtinger.



Figur 4-2 Direkte årsaker til kollisjoner og grunnstøtinger, prosentvis fordeling.

Rapporteringsgrad for årsaker

Som i 2014 erfares det at årsaksforhold ikke er rapportert eller registrert for flere av hendelsene. Imidlertid er det en betydelig forbedring siden årsaksanalysen i 2014. Denne positive utviklingen i rapporteringsgrad kommer frem av figur 4-3, som ser på rapporteringer i tre ulike tidsperioder. I perioden fra 1984 til 1998 ble direkte årsak rapportert for knapt halvparten av hendelsene. Mellom 1999 og 2013 ser vi at andelen hendelser hvor direkte årsak ikke er rapportert er redusert til under 25 % for grunnstøtinger, mens det for kollisjoner er uendret. For perioden 2014-2022 er andelen rapporterte grunnstøtinger og kollisjoner som ikke inkluderer beskrivelse av direkte årsak redusert til henholdsvis 10 % og 13 %.



Figur 4-3 Utvikling i rapporteringsgrad av direkte årsaker for ulike tidsperioder fra 1984 til 2022.

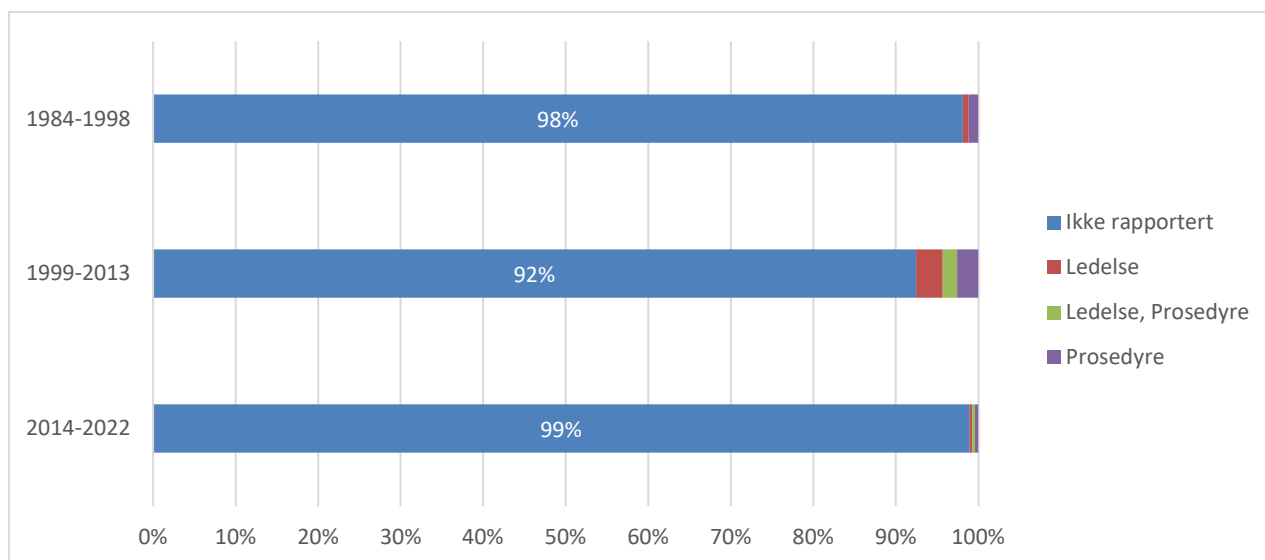
Det er viktig å være klar over hvordan informasjonen lagret i SDU er formet av måten hendelsene rapporteres inn på, samt prosessen for klassifisering av data når data skal registreres. Skjemaet som benyttes til rapportering av ulykker, KS-0197, inkluderer et eget felt i «del D» for rapportering av årsaksforhold. Dette er et fritekstfelt med følgende beskrivelse:

«Hva var utløsende årsak til ulykken, og hvilke andre faktorer kan ha innvirket på selve hendelsen (kommunikasjon, organisasjon, arbeidsmiljø, værforhold osv.)?».

Utover denne beskrivelsen gir ikke skjemaet spesifikke føringer for hvordan årsaksforhold skal rapporteres, noe som gir visse frihetsgrader. Videre kan det antas at mange involverte er bekymret for skyldspørsmål i kjølvannet av ulykker og mulige konsekvenser ved å blottlegge seg gjennom å rapportere årsaksforhold i en slik rapport.

Tidsfrist for innlevering av rapport er 72 timer (3 døgn) i henhold til forskriften. Dette kan i enkelte tilfeller medføre at man ikke har rukket å fange opp og beskrive sentrale (direkte) årsaksforhold i tide.

Bakenforliggende årsaker kommer sjeldent frem for de rapporterte hendelsene i databasen. 99 % av hendelsene er registrert uten bakenforliggende årsaker som vist i figur 4-4. Figuren viser samtidig at rapporteringsgraden har vært konsekvent lav på dette området gjennom alle de tre presenterte tidsperiodene. Årsaken er ikke kjent for DNV. Ofte vil det kreve en del tid og mer omfattende undersøkelser før man kommer frem til de faktiske bakenforliggende årsakene. Ettersom det er krav til rapportering innen 72 timer kan en forklaring være at de bakenforliggende årsakene ikke har blitt undersøkt for svært mange av ulykkene på rapporteringstidspunktet.



Figur 4-4 Bakenforliggende årsaker rapportert i SDU.

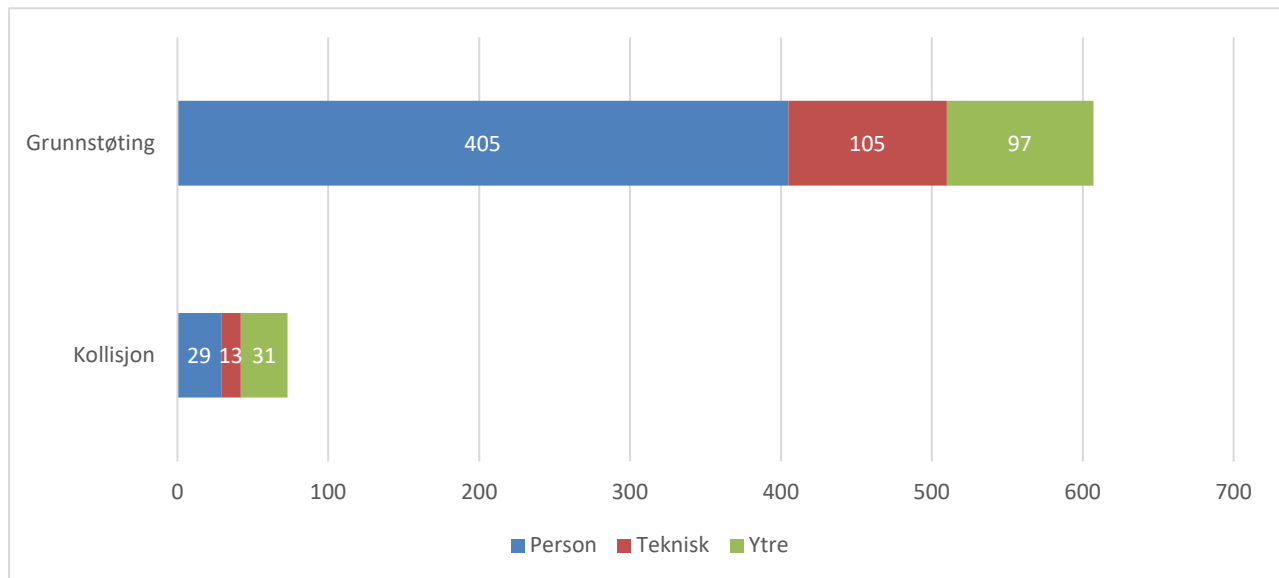
Begrepene *bakenforliggende årsaker* og *indirekte årsaker* brukes en del om hverandre i ulike sammenhenger og kan forstås som det samme. Det kan være en annen forklaring på manglende rapportering av bakenforliggende årsaker. For eksempel så blir forhold rapportert under indirekte årsaker i databasen i stor grad definert under som bakenforliggende årsaker i M-SCAT modellen, som lå til grunn for den kvalitative analysen i rapportens kapittel 3. Men det finnes også flere eksempler på at definisjonene ikke er helt like. Under «*indirekte årsak person*» i tabell 2 finner vi for eksempel underkategoriene «gikk ikke med sikker fart» og *brukte feil/defekt utstyr*, som begge er å finne blant de alternative direkte årsakene i M-SCAT modellen. Når man skal sammenligne resultater i den kvalitative analysen direkte med den kvantitative analysen av dataene i SDU bidrar slike definisjonsforskjeller til at man ikke alltid kan sammenligne resultatene direkte uten tolkning. Rapporteringsgraden for indirekte årsaker er klart bedre, selv om rapportering i 311 av 996 hendelser (knappt 1/3) også er lavt. Den lave rapporteringsgraden resulterer i mange mørketall og tynt grunnlag for å trekke konklusjoner i den videre analysen. Man kan ikke med like stor sikkerhet si at resultatene er representative for hele flåten.

Hvordan lese resultatene

For å kunne avdekke hvilke årsaker som har ført til ulykker, har den statistiske analysen kun tatt hensyn til de rapporterte årsaksforholdene og sett på forholdet mellom underkategorier. For eksempel, kan man se innen kategorien *direkte årsak person* at 51 % av ulykkene er oppgitt til å være på grunn av *feilnavigering*. Dette betyr at 51 % av de rapporterte årsaksforholdene innen *direkte årsak person* er *feilnavigering*, men det betyr ikke at 51 % av alle ulykker som har skjedd er på grunn av *feilnavigering*. Statistikken bør derfor brukes for å se på forholdet mellom hver faktor, i stedet for i hvilken grad en faktor er en andel av totalt antall ulykker.

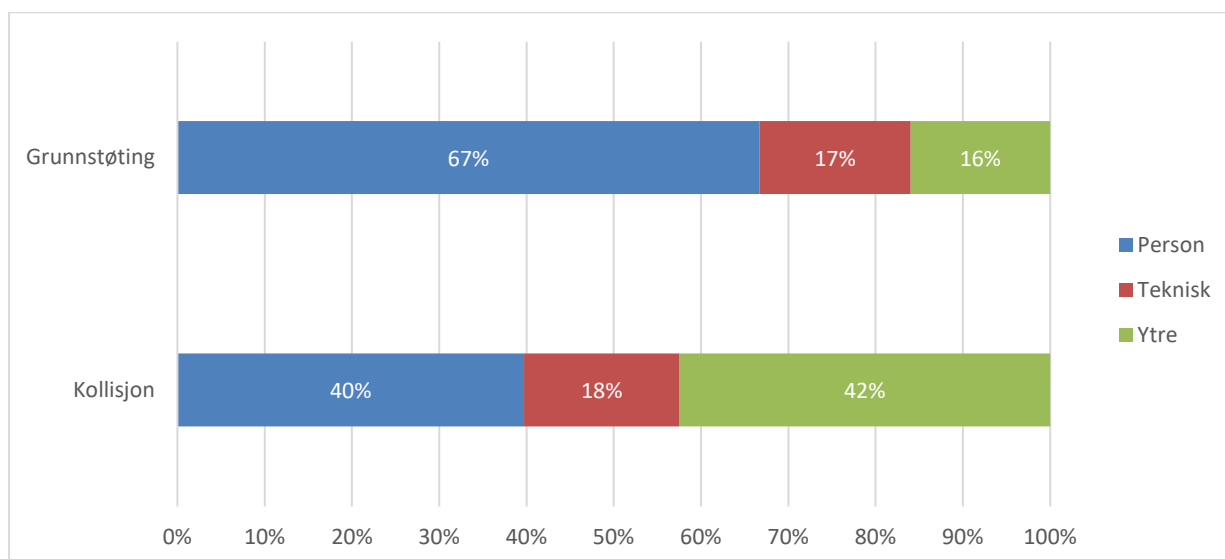
4.3 Direkte årsaker

Gitt avgrensningene spesifisert i kapittel 4.2, omfatter den kvantitative analysen 680 hendelser, hvorav 607 grunnstøtinger og 73 kollisjoner. I figur 4-5 fremstilles disse hendelsene fordelt på de ulike hovedkategoriene av direkte årsaker.



Figur 4-5 Direkte årsaker til grunnstøting og kollisjoner i perioden 2014-2022.

Figur 4-6 viser de samme hendelsene med prosentvis fordeling av direkte årsaker. *Person*, eller *menneskelige handlinger* er den mest fremtredende årsaken til grunnstøtinger (67%), mens det er relativt lik fordeling mellom *teknisk* og *ytre* som direkte årsaker (henholdsvis 17% og 16%). For kollisjoner er det tilnærmet lik fordeling mellom *person* og *ytre* (hhv. 40% og 42%). Noe av bidraget til denne fordelingen kan muligens tilskrives at en andel av ulykkene er rapportert fra begge involverte parter, som bemerket i kapittel 4.2. Dette utgjør 22 ulykker som samlet gir 44 direkte årsaker. I 18 av de 22 ulykkene kan det se ut til at de 2 involverte partene har hatt en klar felles oppfatning av årsaksbildet. I 11 ulykker har den ene parten oppgitt *person* som direkte årsak mens den andre parten har oppgitt *ytre* som direkte årsak. Tilsvarende ser man at i 7 av ulykkene har den ene parten oppgitt «teknisk» som direkte årsak, mens den andre parten har oppgitt *ytre* som direkte årsak. I de resterende 4 kollisjonene er det ikke like klart at partene har hatt felles oppfatning.



Figur 4-6 Prosentvis fordeling mellom direkte årsaker i perioden 2014-2022.

Karakteristikken med dobbeltrapportering av enkelte kollisjoner er ikke tatt høyde for i den videre analysen, og en ser på årsaker til kollisjoner uavhengig av om samme kollisjon er rapportert av kun en enkelt part eller begge parter. Hendelser som er dobbeltrapportert bidrar selvsagt til en dreining av det overordnede resultatet i en statistisk tilnærming. På den annen side kan man risikere å miste vesentlig informasjon fra enkelte rapporteringer dersom man velger å se bort fra rapporteringen til en av partene i en kollisjon, avhengig av hvilken parts rapportering man velger å ta med i analysen.

I årsaksanalysen 2014 ble det påpekt som et utviklingstrekk at «teknisk» og «ytre» i synkende grad blitt registrert som direkte årsaker når man sammenlignet resultatene fra perioden 1984-1998 med perioden 1999-2013. I den siste perioden representerte *ytre* og *teknisk* 16 % hver av direkte årsaker når man så på rapportering fra kollisjoner og grunnstøting samlet. Én av de mulige forklaringene var den teknologiske utviklingen med påfølgende lavere hyppighet på teknisk svikt. En annen forklaring var mulige endringer i rapporteringspraksis og ikke minst hvordan man vurderer betydningen av den menneskelige faktoren i komplekse systemer;

«Utviklingen av «person» som direkte årsak i perioden 1999-2013 (68 %) i forhold til 1984-1998 (33 %) er i tråd med trenden av en økende bevissthet rundt den menneskelige faktoren i komplekse systemer» (26).

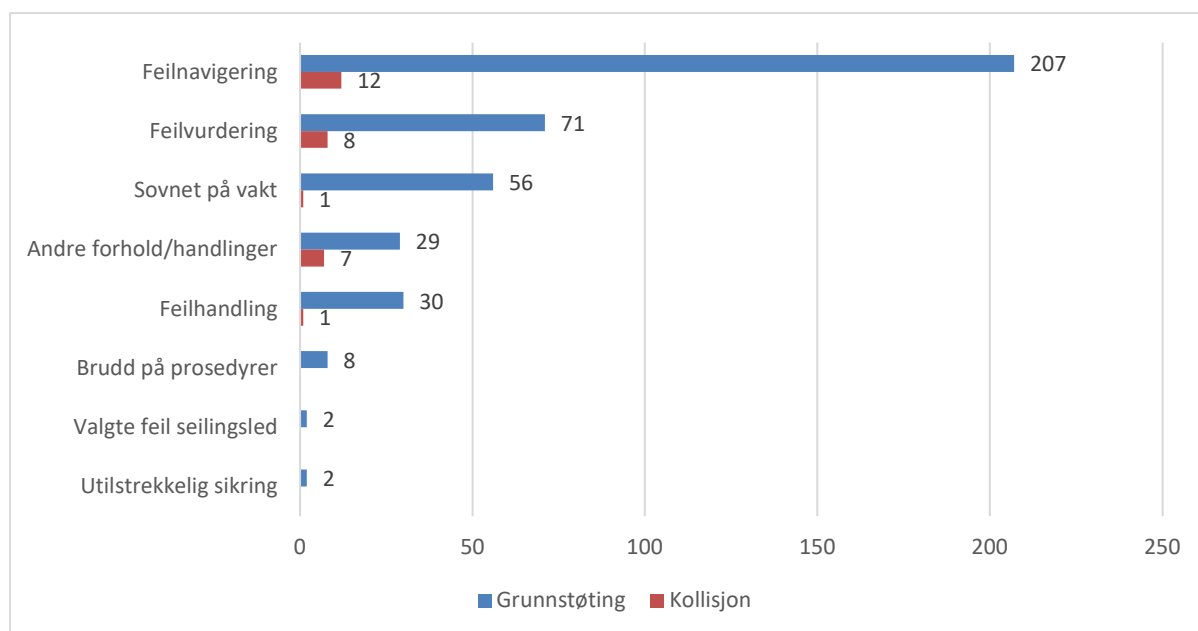
For perioden 2014-2022 utgjør *ytre* 19 %, *teknisk* 17% og *person* 64% av direkte årsaker når man ser på rapportering fra kollisjoner og grunnstøting samlet. Av dette kan det se ut til at fordelingen mellom direkte årsaker har stabilisert seg, og at det bare er en marginal endring av denne fordelingen sammenlignet med perioden 1999-2013. Resultatene fra den kvalitative analysen viser noe av det samme, der vi ser at menneskelige handlinger utgjør 65 % av de direkte årsakene (Figur 3-6) Fordelingen mellom *ytre* og *teknisk* som direkte årsak er imidlertid ikke helt lik da den kvalitative analysen kommer ut med noe lavere andel av *teknisk* som direkte årsak, totalt i 8 % av hendelsene. Antagelig kan denne forskjellen blant annet tilskrives at den kvalitative analysen omfavner et klart lavere antall hendelser i tillegg til at den kvalitative analysen er noe begrenset med hensyn på typen ulykker som dekkes.

4.4 Menneskelige faktorer (feilhandling) – direkte og indirekte

Det er naturlig å forvente at den menneskelige faktoren er dominerende i årsaksbildet all den tid mennesker har en sentral rolle i operasjon av fartøylene. Selv om fartøyer opererer på autopilot og/eller DP, med stadig utvikling innen automatisering og tekniske hjelpemidler om bord, kommer man sjelden utenom menneskers involvering i en eller annen form. Tekniske feil oppstår sjeldent uten at man kan peke tilbake på menneskelige feilhandlinger har vært medvirkende. I tillegg kan menneskers evne til å oppfatte farer og iverksette tiltak være med på å redusere sannsynlighet for at ulykker oppstår som følge av både tekniske feil og ytre faktorer som vær og bølger. I lys av dette synes det rimelig at menneskelige handlinger eller «person» i så stor grad er registrert som årsak til ulykker i SDU.

Person (menneskelig handling) er registrert som direkte årsak både alene og i kombinasjon med tekniske og/eller ytre forhold. I tillegg er *person* registrert som indirekte årsak både i tilfeller hvor «person» er angitt som direkte årsak og når tekniske og/eller ytre forhold oppgis som direkte årsak. Faktorer som påvirker de menneskelige faktorene, dekkes av både kategoriene «direkte årsak person» og «indirekte årsak person» i SDU.

Som vist i Tabell 4-1 (kap. 4-1) er typen feilhandling brutt ned i flere underkategorier under *direkte årsak person*. Totalt var *person* registrert som direkte årsak i 434 hendelser. Disse er fordelt på de ulike underkategoriene i figur 4-7, og som vi ser er *feilnavigering* den kategorien som forekommer hyppigst. Til sammenligning var *sovnet på vakt* den hyppigst rapporterte direkte årsaken i perioden 1984-2013, ifølge årsaksanalysen fra 2014. *Sovnet på vakt* var da oppgitt i 37% av alle kollisjoner og grunnstøtinger som hadde registrert *direkte årsak person*. Basert på denne analysen er «sovnet på vakt» redusert til 57 av 434 hendelser, som tilsvarer 13 %. Dette tyder på en positiv trend og betydelig nedgang i ulykker som følge av at navigatørene sovner på vakt. Det er sannsynlig at denne nedgangen har sammenheng med at dette har vært et fokusområde og brovaktalarm er eksempel på tiltak som er innført. Brovaktalarm ble innført for fiskebåter over 35 fot i 1997 for nybygg og fra 1999 for eksisterende fiskebåter. I perioden 2011-2014 ble brovaktalarm trinnvis innført som IMO-krav, først for alle passasjerskip og nybygg over 150 BT. Fra 2014 var det gjeldende for alle eksisterende skip over 150 BT.



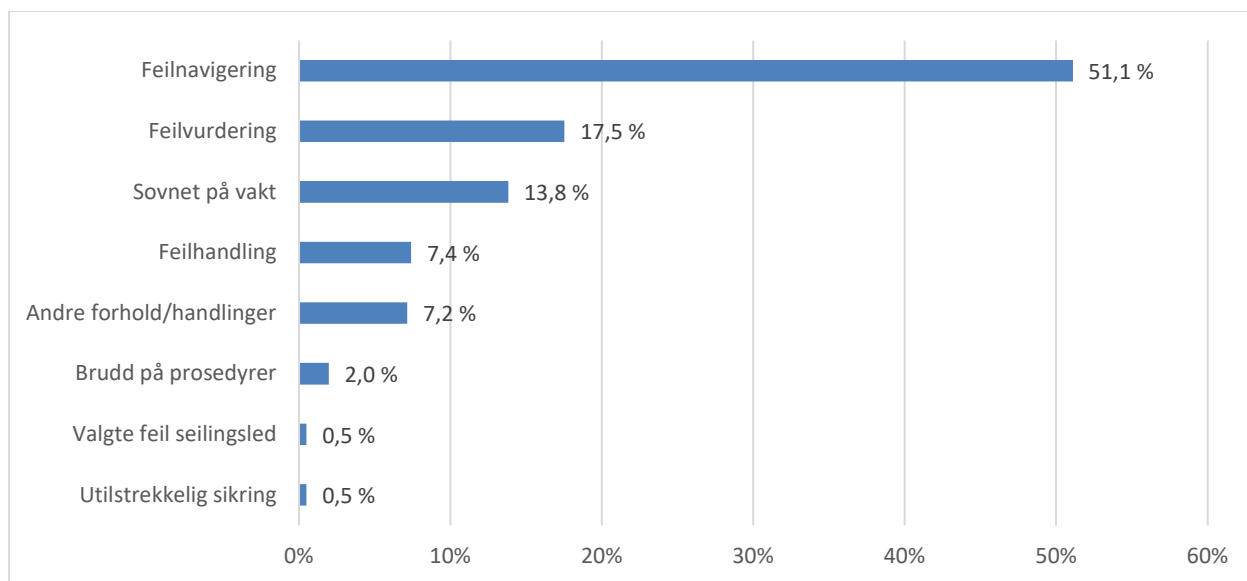
Figur 4-7 Person som direkte årsak til grunnstøtinger og kollisjoner (2014-2022).

Betydningen av underkategoriene og fordelingene innenfor disse kan diskuteres. I et overordnet perspektiv kan man for eksempel si at «valgte feil seilingsled» er en form for «*feilnavigering*» og dermed hører hjemme under «*feilnavigering*». Kategoriene «*feilhandling*» og «*feilvurdering*» er ganske uspesifikke begreper som kan omfatte ganske mye. Dersom feilvurdering eller feilhandling innebærer feil avlesing av kart, feil oppfattelse av posisjon eller hastighet, feil vurdering av

navigasjonsinstrumenter, kan man også kategorisere det som feilnavigering, slik det ble gjort i M-SCAT analysen. Utfordring med å vite hva forskjellen er mellom feilhandling, feilvurdering og feilnavigering ble også trukket frem i 2014-rapporten. Dette er sammensatt og ofte er det sammenhengen mellom flere faktorer som er årsaken til hendelsen heller enn enkeltfaktorer. Igjen må man også ha i mente usikkerheten knyttet til rapportering av årsaksforhold sammen med klassifisering og overføring av data til ulykkesdatabasen, som bemerket i kapittel 4.2.

«Person» som direkte årsak til grunnstøtinger

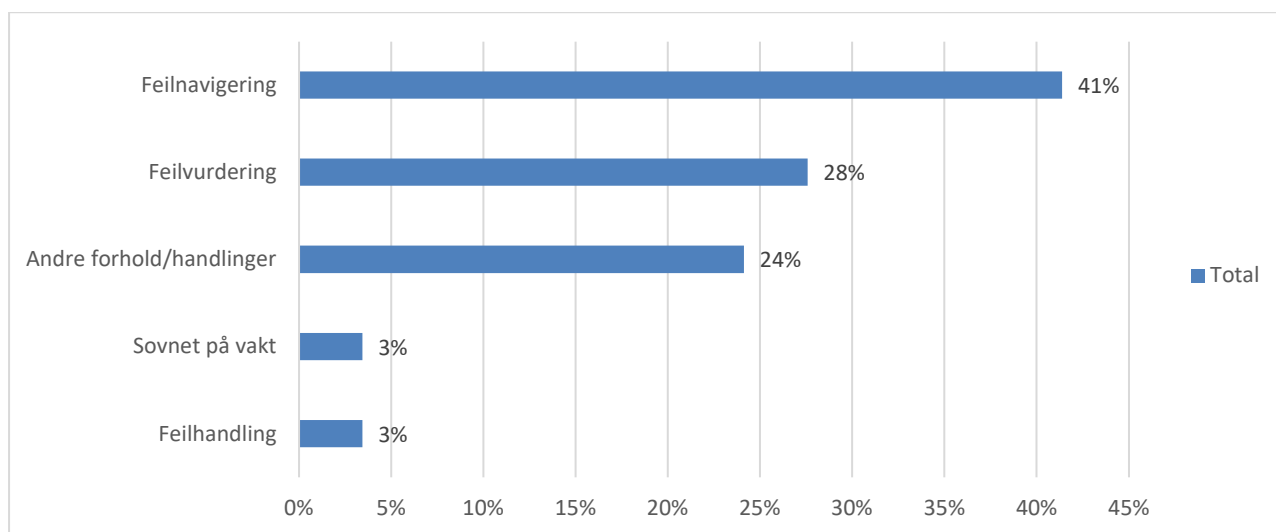
I den kvalitative sammenlignet med den kvantitative analysen ser vi at det er litt forskjell mellom underkategoriene av menneskelige handlinger som direkte årsak. Tar vi for oss grunnstøtinger alene utgjør *feilnavigering* 51 % av de 405 grunnstøtingene hvor «person» er registrert som direkte årsak, slik vi ser i figur 4-8. Denne andelen er en del høyere enn vi så i den kvalitative analysen, men også der var feilnavigering den klart mest fremtredende direkte årsaken med 30 % av alle de identifiserte direkte årsakene. Den nest hyppigste kategorien fra den kvalitative analysen, *prosedyre ikke fulgt*, utgjorde 17 %, men som vi ser utgjør *brudd på prosedyrer* bare 2 % i. Samtidig ser man at *sovnet på vakt* utgjør 13,8 %. Dette er ikke en egen kategori i M-SCAT-modellen, men omhandles primært som en bakenforliggende årsak under kategorien utmattelse (fysisk og fysiologisk stress). Årsaken ble da identifisert å opptre i kombinasjon med andre årsaker som for eksempel manglende barrierer enten som resultat av brovaktalarm ikke fungerte (ref. kapittel 3.3.1.2) eller manglende etterfølging av prosedyrer (ref. kapittel 3.3.1.1). Hvis man slår sammen *brudd på prosedyrer* og *sovnet på vakt* får man altså bedre samsvar med fordelingen vi så i den kvalitative analysen. Men som beskrevet under den kvalitative analysen, er årsaksforholdene mer komplekse enn at man bare kan peke på en direkte årsak alene. I den kvalitative analysen så vi at brudd på prosedyre, for de fleste hendelsene, er en handling i kombinasjon med feil navigering eller manøvrering.



Figur 4-8 «Person» som direkte årsak til grunnstøtinger fordelt på underkategorier (2014-2022)

«Person» som direkte årsak til kollisjoner

Figur 4-9 ser på tilsvarende fordeling av underkategorier for «person» som direkte årsak til kollisjoner. «Sovnet på vakt» representerer bare 3 % av årsakene og «brudd på prosedyrer» er representert i for få tilfeller til å komme med i figuren. Til gjengjeld er datagrunnlaget betydelig mindre for kollisjoner som bare utgjør 29 ulykker hvor «person» er registrert som direkte årsak.



Figur 4-9 «Person» som direkte årsak til kollisjoner fordelt på underkategorier (2014-2022).

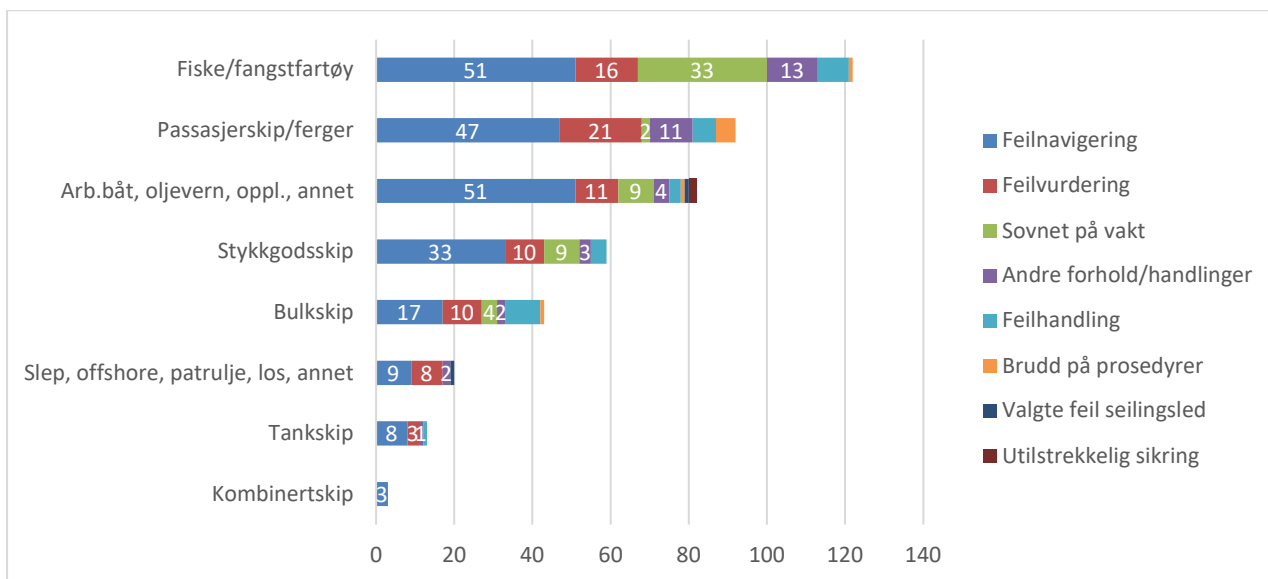
Skipstyper og segmenter

Fordelt på skipstyper eller segmenter ser vi av figur 4-10 at fiske- og fangstfartøy er klart høyest representert med *person* som direkte årsak. I tillegg skiller dette segmentet seg ut med høyest andel av ulykker der «sovnet på vakt» er angitt som direkte årsak. Bemanningssituasjonen sammen med operasjonsmønster antas å kunne være en del av forklaringen til at fiske- og fangstfartøyer er høyt representert. Fiske og fangstarbeid kan typisk være preget av intensivt arbeid over tid, ofte i kombinasjon med knapp bemanning. Problemstillingen «sovnet på vakt» er belyst med spesielt fokus på fiskefartøy i en publisering fra 2016 på Sjøfartsdirektoratet nettsider under et område viet til erfaringslæring, «Læring av hendelser»;

«Å sovne på vakt kan ha ulike bakenforliggende årsaker. Det kan være lange vakter, for lite hvile i friperioder, dårlig innelima på broa, ensidig eller tungt arbeid, og lignende. På større fartøy er det blant annet krav til å følge vaktholdsforskriften og ha brovaksalarm. Regelverket som angir hvor mange personer som skal være på broa og hvilke tekniske løsninger skal være på plass, er ment å være en barriere for å unngå ulykker der årsaken blant annet kan være å sovne på vakt. Om bord i mindre fartøy som gjerne ikke har mannskap til å sette utkikk, dele på vakter, eller har aktiv brovaksalarm, må andre tiltak være på plass. I tilfeller der en barriere ikke er til stede, vil det være smart å se om det er mulig å få på plass noe annet for å ivareta sikkerheten for menneske, miljø og verdier. Den enkelte må alltid se til å få tilstrekkelig hvile og være skikket til tjenesten om bord» (27) (28).

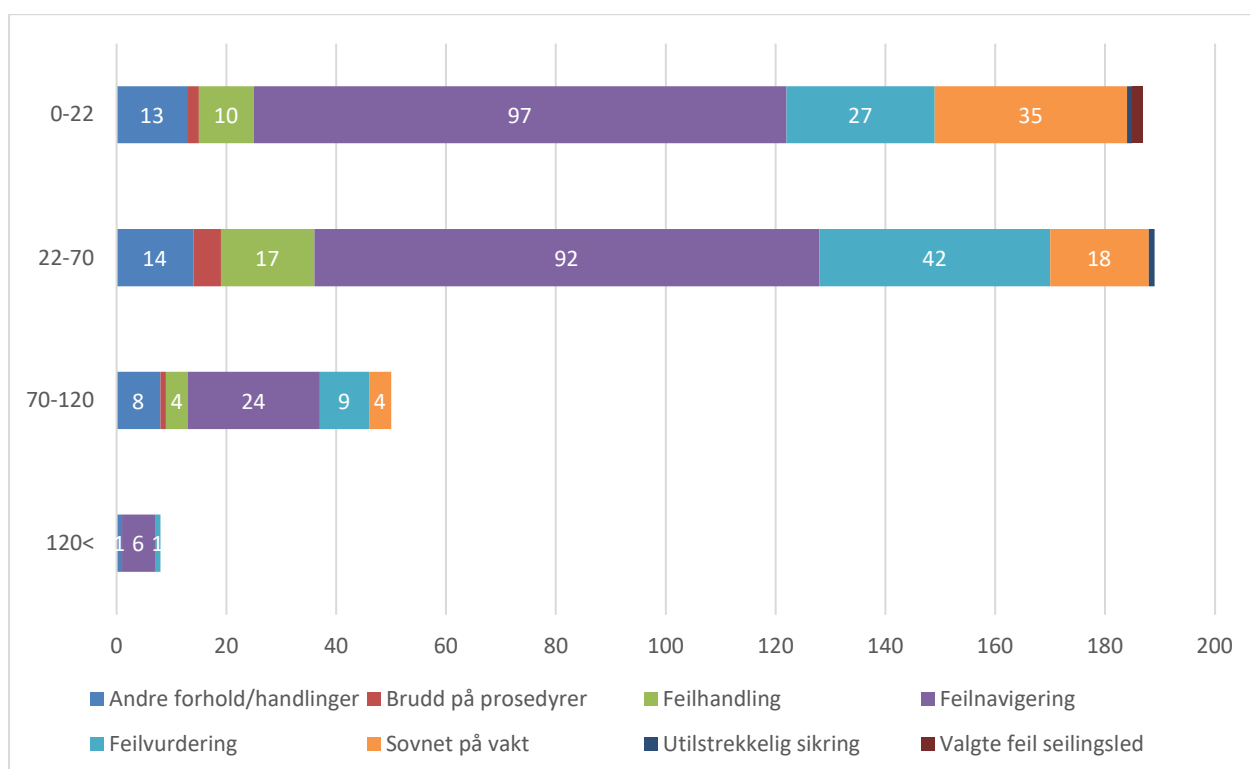
Dersom man filtrere videre i databasen for å se bak tallene i figur 4-10 ser man for eksempel at blant de 122 hendelsene med fiskefartøy er bare 16 av disse over 50 meter og bare 5 er over 70 meter. 100 av 122 fartøyer har total besetning på 10 mann eller færre og 85 av disse fartøyene har besetning på 5 mann eller færre. Dette viser at det er i stor grad snakk om mindre fartøyer og små besetninger. Når man gjør tilsvarende undersøkelser på de andre segmentene finner man det samme, at det er overvekt av mindre fartøyer og små besetninger.

Det er viktig å påpeke at segment-analysen må ses i sammenheng med antall skip i trafikk i de forskjellige segmentene. For fiske/fangstfartøy kan for eksempel 122 ulykker knyttes til «person» som årsak, som kan se ut som en overrepresentasjon av dette segmentet. Men konklusjonen er avhengig av antall ulykker fordelt på antall seilende skip. På den annen side kan segment-oversikten gi et bilde av hvor «skoen trykker».



Figur 4-10 «Person» som direkte årsak til kollisjoner og grunnstøtinger fordelt på segmenter (2014-2022).

Figur 4-11 fordeler de samme hendelsene utover fartøyer i 4 ulike størrelseskategorier. Figuren viser at det er klart flest hendelser med små og mellomstore fartøyer, dvs. fartøyer under grensen for losplikt på 70 meter. Oversikten inkluderer 434 fartøyer. Det er registrert 185 hendelser eller mer både for den minste størrelseskategorien, fra 0 til 22 meter, og for den nest minste størrelseskategorien, fra 22 til 70 meter. Hver av disse utgjør mer enn 40 % av alle hendelsene, altså til sammen godt over 80 %. Figuren viser ikke relativ fordelingen av direkte årsaker i prosent innad i hver størrelseskategori, men den fremstår ellers relativt når man sammenligner størrelseskategoriene. Det er feilnavigering som er den mest fremtredende årsaken innenfor alle kategorier. Årsakskategorien «sovnet på vakt» utpeker seg noe. Kategorien er oftere registrert på de minste fartøyene under 22 meter og for denne størrelseskategorien utgjør denne årsaken større andel enn for de øvrige størrelseskategoriene. Størrelse på besetning og utrusting på fartøyene er trolig av betydning for dette resultatet. Navigatøren har for eksempel oftere operert alene på broen, og gjerne uten brovaktalarm da det tidligere ikke har vært krav til dette på så små fartøyer. Det er usikkerhet forbundet med flere forhold som må hensyntas hvis man skal analysere disse resultatene ytterligere, som f.eks utseilt distanse, tid i operasjon, farvann eller andre forhold av betydning for kompleksitet osv. Denne rapporten går ikke mer i detalj analyserer ikke er flere forhold av betydning. Ulykkesstatistikk fordelt på type, lengde område er omhandlet nærmer i Ulykkesanalysen - Statistikk over navigasjonsulykker med fartøy i norske farvann (Rapport Nr.: 2023-0335).

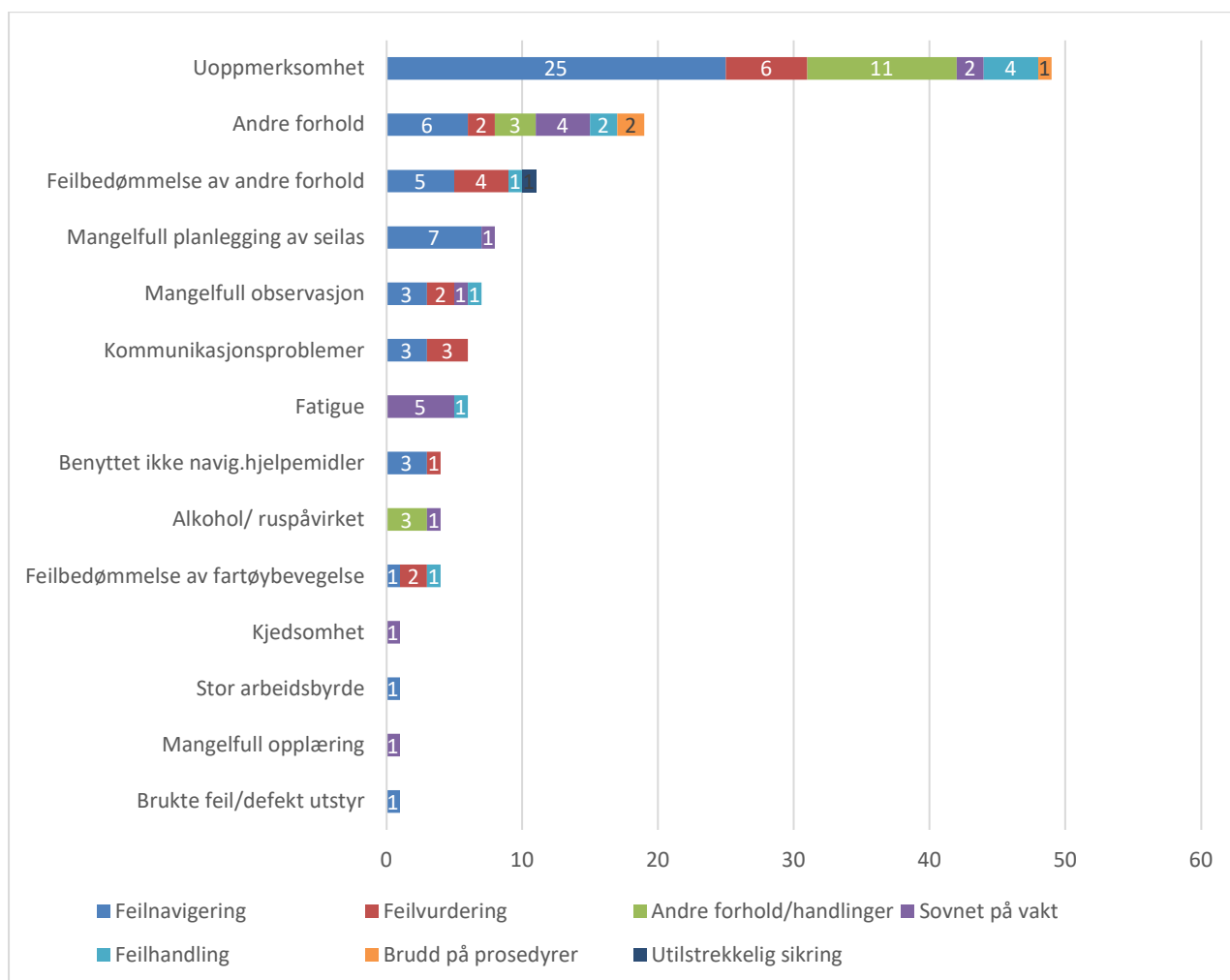


Figur 4-11 Fordeling av "direkte årsaker" innenfor ulike størrelseskategorier basert på fartøyslengde (meter).

«Person» som indirekte årsak til ulykker

Hovedandelen av ulykkene med «person» som direkte årsak inneholder ikke informasjon om «indirekte årsak person». Datagrunnlaget for «person» som indirekte årsak er dermed svakere. På den annen side har majoriteten av ulykkene med «person» som indirekte årsak, også «person» som direkte årsak. Det betyr at for de av ulykkene som har rapportert «person» som både direkte og indirekte årsak, så kan vi få et bilde av årsakssammenhengene. Av de totalt 434 ulykkene med «person» som direkte årsak gjelder dette 122 ulykker. Fordeling av ulike indirekte årsaker er fremstilt i figur 4-12 sammen med fordeling av direkte årsaker for hver av de ulike indirekte årsakene. Uoppmerksomhet stikker seg klart ut som den oftest rapporterte indirekte personrelaterte årsaken til grunnstøtinger og kollisjoner. Samtidig ser vi at uoppmerksomhet i mange av tilfellene er indirekte årsak til feilnavigering.

Uoppmerksomhet er ikke en egen bakenforliggende årsak i M-SCAT-modellen, men omfattes blant annet av «opptatt med andre problemer/oppgaver» eller «mangelfull risiko-/situasjonsforståelse eller bevissthet». Begge disse kategoriene er høyt representert blant indirekte årsaker i M-SCAT analysen. Ser man derimot tilbake til årsaksanalysen fra 2014, hvor «uoppmerksomhet» utgjorde 4.2 % av de registrerte bakenforliggende årsakene i perioden 1984-2013, har det vært påfallende stor økning for denne kategorien. Samtidig har det vært en tilsvarende reduksjon for «mangelfull observasjon» som indirekte årsak fra 26 % i perioden 1984-2013 til ca. 6 % i perioden 2014-2022. Årsaken til disse endringene er ukjent, og det er ikke gjort forsøk på å belyse disse tallene nærmere. Forståelsen av hva som ligger i disse kategoriene avhenger litt av konteksten, men i mange tilfeller kan de oppfattes som omtrent det samme og brukes om hverandre. I så fall kan det være at det ikke er snakk om en faktisk endring årsaksbildet, men like gjerne en endring i hvordan det rapporteres eller registreres i databasen.



Figur 4-12 «Person» som direkte og indirekte årsak til grunnstøtinger og kollisjoner (2014-2022).

Hvis man igjen ser tilbake til årsaksanalysen fra 2014 ble utviklingen for de samme to kategoriene «uoppmerksomhet» og «mangelfull observasjon» sammenlignet. Når de da delte opp i to perioder med første periode mellom 1984 og 1998 og andre periode mellom 1999 og 2013 så man at mangelfull observasjon var oftest rapportert i den første perioden. I den andre perioden hadde bildet endret seg markant og spesielt når det gjaldt grunnstøtinger hadde man sett en kraftig nedgang for rapportering av «mangelfull observasjon» som indirekte årsak samtidig som «uoppmerksomhet» viste størst økning. I 2014 ble det påpekt at der hvor ulykker tidligere ofte skyldes manglende observasjon ut av styrehuset, kan det nå tenkes at for stor tiltro til tekniske systemer pasifiserer navigatøren. Tekniske hjelpemidler som etter intensjonen innføres for å hjelpe navigatører og øvrig mannskap kan samtidig bidra til å flytte fokus ettersom de i mange tilfeller krever betydelig aktiv oppfølging. Den økte mengden av systemer som mannskapet må holde oversikt over kan gå på bekostning av oppmerksomheten på andre områder. «Uoppmerksomhet» har fortsatt å øke som indirekte årsak i perioden 2014-2022. Det kan antas at en større andel av skipene har fått en mer moderne broløsning som bidrar til denne effekten (dvs. eldre skip fases ut eller moderniseres). I noen tilfeller har også omfanget av tekniske hjelpemidler og systemer økt ytterligere.

I M-SCAT analysen ble mental/psykologisk stress beskrevet som «en faktor som påvirker personers evne til å opprettholde tilstrekkelig konsentrasjon og tilstedeværelse, samt evne til å utføre gode vurderinger og beslutninger». Videre så vi i analysen at mental/psykologisk stress i hovedsak kan relateres til at personellet er opptatt av andre oppgaver eller at det krevende forhold som skaper stort behov tilstedeværelse og vurderings-/beslutningsevne.

I et arbeidsmøte med Kystverket, var det flere deltakere med erfaring som navigatører som gav uttrykk for at yngre navigatører ofte har en annen tilnærming til utførelse av navigasjonen. Det ble uttrykt at yngre navigatører i større grad baserer navigasjonen på tekniske hjelpemidler og mindre grad basert på visuelle observasjoner sammenlignet med eldre navigatører. De eldre har i større grad vært opplært og vant med at visuelle observasjoner og optisk navigasjon var eneste alternativ, før mange av de tekniske hjelpemidlene ble innført. På den ene siden kan man da anta at de yngre navigatørene i større grad er komfortable med de tekniske hjelpemidlene, håndterer de bedre og i mindre grad lar seg stresse av tekniske utfordringer knyttet til betjening av disse. På den andre siden kan dette medføre risiko for at noen i for stor grad stoler på hjelpemidlene fremfor å forholde seg til farvannet med sjømerker, fyr og lykter og de faktiske omgivelsene som man kan observere fra styrehuset.

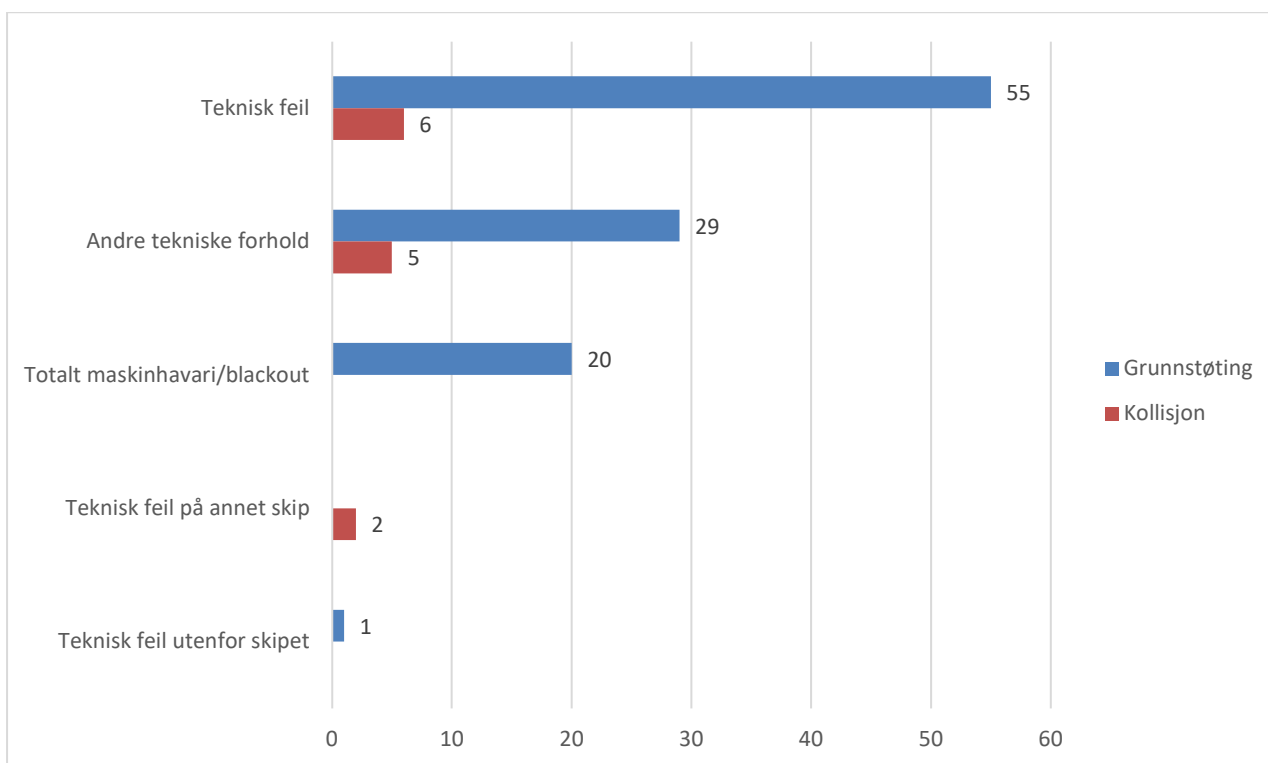
4.5 Utstyr (teknisk)

I perioden 2014-2022 har «*utstyr*» blitt rapportert som direkte årsak i henholdsvis 105 og 13 rapporter for grunnstøtings- og kollisjonsulykker, som svarer til totalt 17 % av ulykkene, eller 17% av grunnstøtingene og 18% av kollisjonene, slik vi så i kapittel 4.3. I den grad man kan si det viser en endring er det i så fall en marginal nedgang sammenlignet med perioden 1984-2013 hvor tekniske faktorer var oppgitt som direkte årsak til 20 % av ulykkene. Men hvis vi ser nærmere på tallene fra årsaksanalysen i 2014 så ble perioden oppdelt i to under analysen, og for den siste perioden 1999-2013 var tilsvarende andel redusert til 16%. I så fall er forskjellen enda mindre og basert på dette bildet ser det ut til at fordelingen har stabilisert seg. Tilsvarende tall fra den kvalitative analysen er enda lavere, til sammen rundt 8 %, som vi ser av Figur 3-10 i kapittel 0.

Figur 4-13 ser på underkategoriene av «*utstyr*» som direkte årsak. «*Teknisk feil*» den hyppigst rapporterte årsaken for både for grunnstøtinger og kollisjoner. Ettersom kollisjoner omfatter bare 13 hendelser vurderes det som så liten andel av totalen at det gir begrenset verdi å se på kollisjoner alene. I 20 hendelser er det registrert totalt maskinhavari eller blackout. I disse hendelsene ser det ut til at fartøyet driver på grunn som følge av at besetningen har mistet kontroll over fartøyet fremdrifts og styresystemer.

Forskjellen på kategoriene «teknisk feil» og «andre tekniske forhold» er ikke tydelig. Det ser også ut til å gjenspeile seg i ulykkesdatabasen når vi gjennom stikkprøver undersøker hva som er rapportert under «andre tekniske forhold». Stikkprøvene viser at det er rapportert alt fra trosser som har røket til mangelfull respons fra styremaskin og feil på autopilot. Det er vesentlig færre underkategorier innenfor «utstyr» enn «person» som direkte årsak, og alt i alt ser vi et mindre variert årsaksbilde innenfor denne kategorien. Grunnlaget for å peke ut typiske utfordringer blir med det ganske begrenset, noe også årsaksanalysen i 2014 påpekte.

Spesifikke forhold som alle hendelser som kan karakteriseres som «drivende grunnstøting» der besetningen ikke har kontroll over fartøyet er heller ikke lett å identifisere. Tap av fremdrift eller kontroll på fremdrift og tap av manøvreringskontroll er feiltilstander som kategoriseres ulikt i SDU. Det er ikke nødvendigvis noe galt ved kategoriseringen, men det kunne med fordel vært en egen identifikator for å fange opp alle hendelser i SDU som kan knyttes mot drivende grunnstøting.



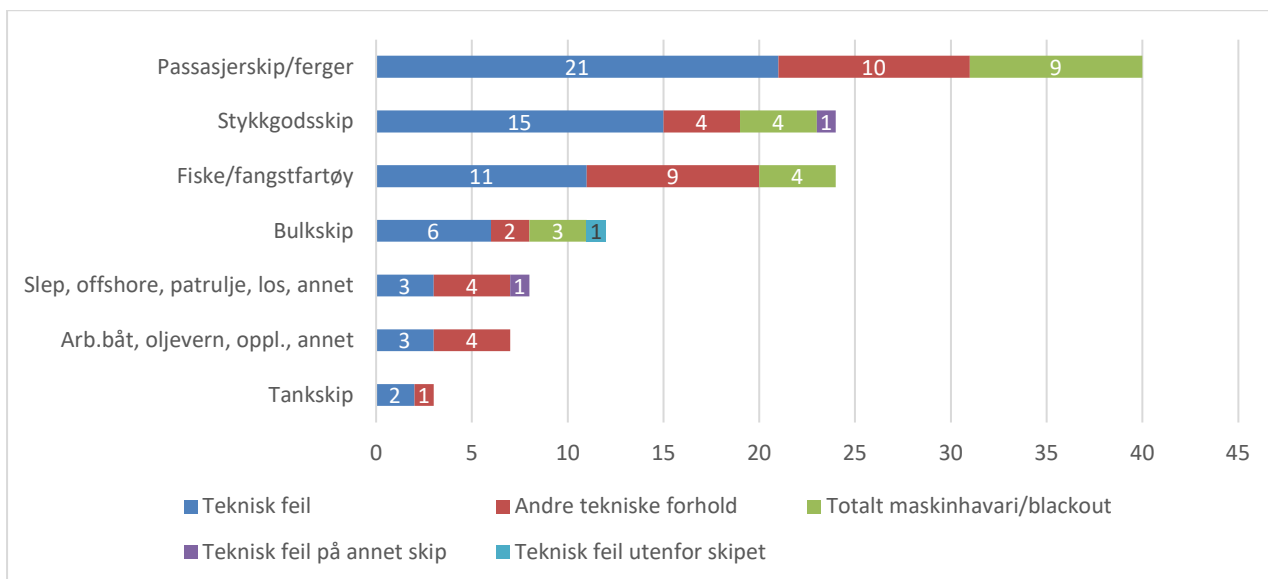
Figur 4-13 Underkategorier av «utstyr» som direkte årsak til ulykker.

Skipstyper og segmenter

Passasjerskip og ferger viser seg å være det segmentet hvor «utstyr» i flest tilfeller er registrert som direkte årsak til ulykker med totalt 40 hendelser, som vist i figur 4-14. Av disse viser det seg at 33 er bilferger og i 23 av disse hendelsene er det registrert at fremdriftsmaskineri er involvert. Tilnærmet halvparten av hendelsene inntraff i operasjonsfasen ved ankomst havn. Bare i et tilfelle er det registrert mangelfullt vedlikehold. Det er lite sannsynlig at alle de øvrige hendelsene oppsto som følge av tilfeldige tekniske feil. Samtidig er det rimelig å anta at flere av hendelsene kunne vært avverget ved at feiltilstandene ble avdekket tidligere enten gjennom prosedyrer for systemsjekk ifm. oppstart/avgang og lignende, eller gjennom vedlikeholdsrutiner og da spesielt med hensyn til kritisk utstyr. Utover dette er det ikke identifisert særlig grunnlag for å påpeke bakenforliggende årsaker til hendelsene basert på informasjonen gitt i ulykkesdatabasen, men antagelsene er i tråd med tilsvarende vurderinger gjort av Sjøfartsdirektoratet tilbake i 2013. Av dette kan det se ut til at det fortsatt er potensiale for forbedringer på dette området. Her følger et utdrag fra en publisering gjort i 2013 av Sjøfartsdirektoratet på deres nettsider under «læring av hendelser»:

«Kontaktskader eller grunnstøting i ankomstfasen med ferger er av de hendelsene som de siste årene er registrert hyppigst i Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase. Det er et stort antall kaianløp per dag med ferger i Norge, selv om enkelte fergestrekninger er lagt ned de siste årene. Det er gjennomført ulike tiltak om bord på fartøyene og i rederiene for å unngå hendelser ved ankomst og avgang. Eksempler på dette er forbedring eller endring av ankomstprosedyrer, identifisering av kritiske komponenter og utstyr, samt vedlikehold og observasjon av kritisk utstyr.» (29).

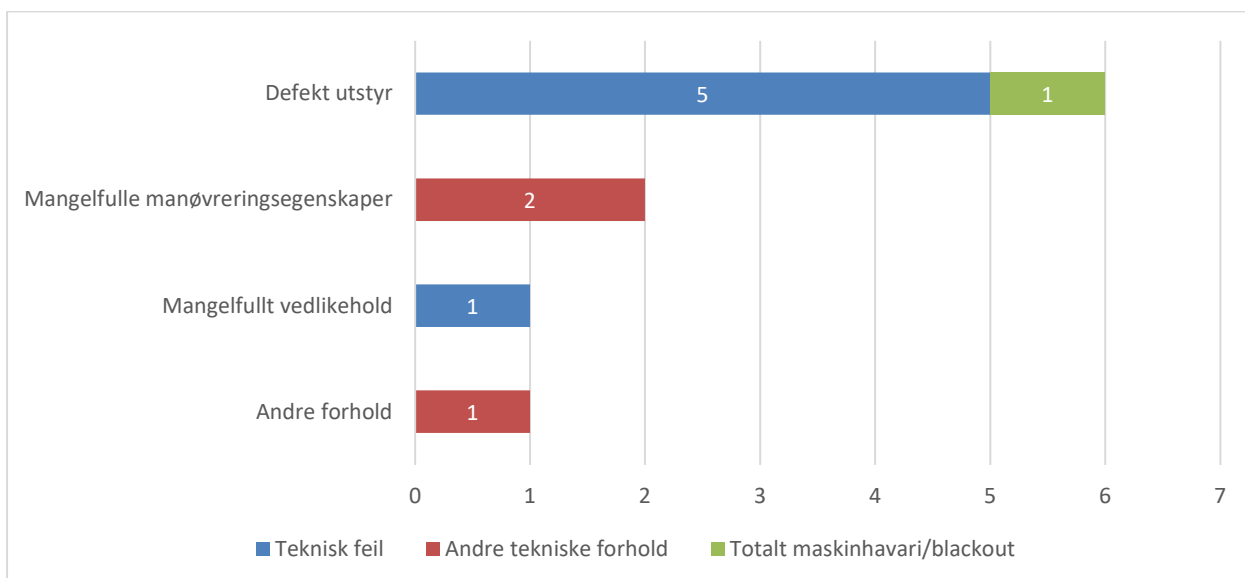
Fiske- og fangstfartøy sammen med stykkgodsskip som hver representerer 24 ulykker er segmentene som har nest høyest rapportering av «utstyr» som direkte årsak. Ellers ser man at fordelingen mellom de ulike underkategoriene under «utstyr» fremstår å være relativt lik når man sammenligner de ulike skipstypene. Ut ifra dette det er vanskelig å identifisere særtrekk for enkelte segmenter. Det kan dog antas at størrelsen på fartøyene kombinert med bemanning og operasjonsmønster har betydning for hvilke fartøystyper som er høyest representert.



Figur 4-14 «Utstyr» som direkte årsak fordelt på segmenter.

«Utstyr» som indirekte årsak til ulykker

Av de 118 ulykkene med «utstyr» som direkte årsak er det kun 10 av disse som også har rapportert «utstyr» som indirekte årsak (8 %). Disse 10 er presentert i figur 4-15 nedbrutt i underkategorier hvorav «defekt utstyr» opptre hyppigst. Ifølge årsaksanalysen 2014 var dette også den hyppigst rapporterte underkategorien i perioden 1984-2013, hvor «defekt utstyr» representerte en andel på 23 %. Det kan se ut som det var flere alternative underkategorier i den perioden. I tillegg var «utstyr» registrert som både indirekte og direkte årsak i flere ulykker.

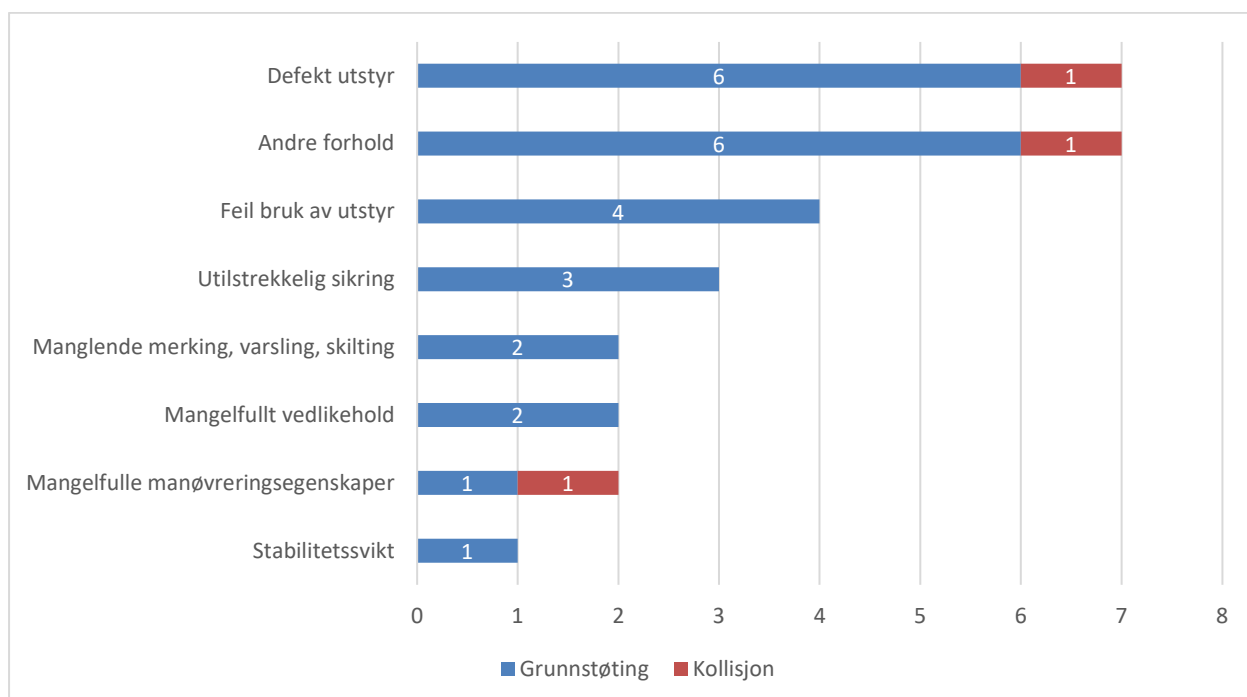


Figur 4-15 «Utstyr» registrert som direkte og indirekte årsak til ulykker fordelt på underkategorier.

Når vi ser bak tallene som er presentert i ser vi igjen at det kan stilles spørsmål ved kategoriene og bruken av disse. Eksempelvis ser vi for en av disse ulykkene hvor det i hendelsesforløpet i databasen er beskrevet at «strømmen forsvant, og med det tilgangen til styresystemene» samtidig som «direkteårsak utstyr» er registrert som «andre tekniske

forhold» og indirekte årsak er registrert som «*andre forhold*». Alternativt for denne hendelsen, og kanskje mer riktig, kunne indirekte årsak blitt registrert som «*mangelfulle manøvreringsegenskaper*» ettersom man mistet kontroll over styresystemet med «*teknisk feil*» som direkte årsak.

Dersom utvider til å se «*Utstyr*» som indirekte årsak uavhengig av om «*person*», «*utstyr*» eller «*ytre*» er rapportert som direkte årsak finner man litt flere registreringer, totalt 28, som vist i figur 4-16. I tillegg er «*person*» er rapportert som indirekte årsak i 6 av ulykkene og «*ytre*» er rapportert som indirekte årsak til 11 ulykker. Til sammenligning, i ulykkene der «*person*» var registrert som direkte årsak, var «*person*» også registrert som indirekte årsak i 28 % av ulykkene. Den lave rapporteringsgraden av indirekte årsaker gir uansett svært tynt grunnlag for å si noe om årsakssammenhenger i en større sammenheng.



Figur 4-16 «Utstyr» som indirekte årsak til ulykker uavhengig av direkte årsak fordelt på underkategorier.

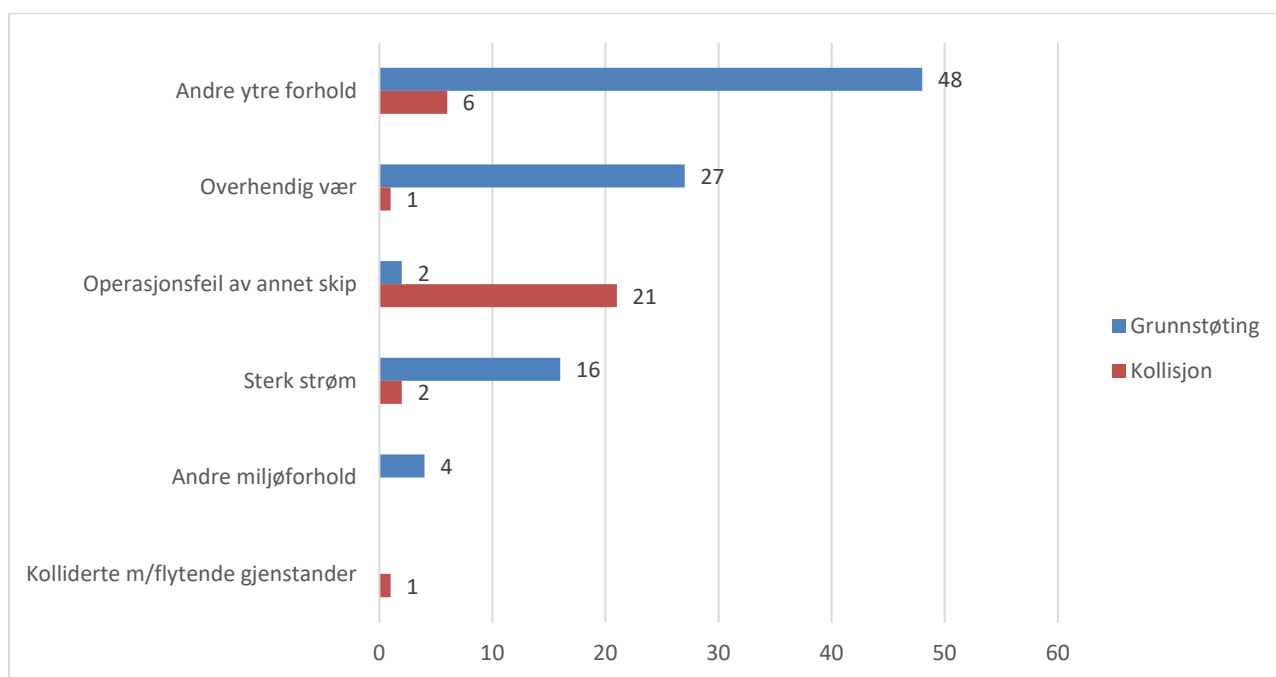
4.6 Ytre faktorer (ugunstige forhold)

Som beskrevet tidligere ser det ikke ut til å være vesentlig endring i andelen ytre faktorer registrert som direkte årsak til ulykker når perioden 2014-2022 sammenlignes med perioden 1999-2013. «*Ytre*» er registrert for 16 % av hendelsene i den første perioden, ifølge årsaksanalysen 2014, og for den siste perioden er «*ytre*» registrert for totalt 19 % av hendelsene.

Når de 128 identifiserte ytre faktorene fordeles på underkategorier som vist i figur 4-17 ser man at fordelingen for denne perioden er ganske forskjellig fra tilsvarende fremstilling i årsaksanalysen 2014 for perioden 1984-2013. Da var *sterk strøm* den mest fremtredende direkte årsaken og registrert i 33 % av hendelsene. Figur 4-17 viser at *sterk strøm* utgjør 18 av 128 identifiserte årsaker, altså tilsvarende 14 %. *Operasjonsfeil på annet fartøy* hadde nest flest registreringer, oppført i 31 % av hendelsene, mens i denne perioden utgjør samme årsakskategori 23 av 128 registreringer som tilsvarer 18 %. Følgende kommentar var oppført i årsaksanalysen 2014 i tilknytning til disse resultatene:

«Utviklingen har vist at begge disse kategoriene er blitt redusert i de siste 15 årene, i likhet med de fleste andre underkategoriene. Det er kun underkategoriene «overhending vær» og «andre ytre forhold» som er rapportert oftere de siste 15 år, men de er uansett rapportert for sjeldent til at det kan konkluderes noe om dette.»

Denne utviklingen ser altså ut til å ha fremholdt ifølge fremstillingen i figur 4-17. Samme figur viser at årsaksbildet fremstår forskjellig for grunnstøtinger og kollisjoner. For grunnstøtinger er «Overhending vær» og «sterk strøm» de to største kategoriene, mens det for kollisjon er «operasjonsfeil av annet skip» som er rapportert mest. Forklaringen ligger mest sannsynlig i at det for kollisjoner ofte er ett av skipene som anses å bære størst del av ansvaret, noe som også ble påpekt i 2014-rapporten.



Figur 4-17 «Ytre» som direkte årsak til grunnstøtinger og kollisjoner.

DNV observerer at «Andre ytre forhold» ser ut til å være en underkategori som favner veldig mange faktorer. Blant annet inkluderer kategorien hendelser der det er pekt på mangelfull merking i farvannet slik det er eksemplifisert for en hendelse fra 2015 registrert med «Andre ytre forhold» som direkte årsak og «strøm» som indirekte årsak;

«Skipet grunnstøtte på et umerket skjær ved innseiling til skei. Grunnen som fartøyet berørte er meldt inn til Kystverket, men ikke avmerket i kart per dags dato»

Kanskje kunne denne kategorien med fordel vært delt opp i flere kategorier der for eksempel fyr, lykter og sjømerker kunne vært en egen kategori. Slik det er nå opplever DNV at det er utfordrende å skille ut og identifisere hendelser fra ulykkesdatabasen der fyr, lykter og sjømerker er en del av årsaksbildet. Som i eksemplet over er dette bare identifiserbart under «hendelsesforløp» der nøkkelord lett drukner i annen tekst.

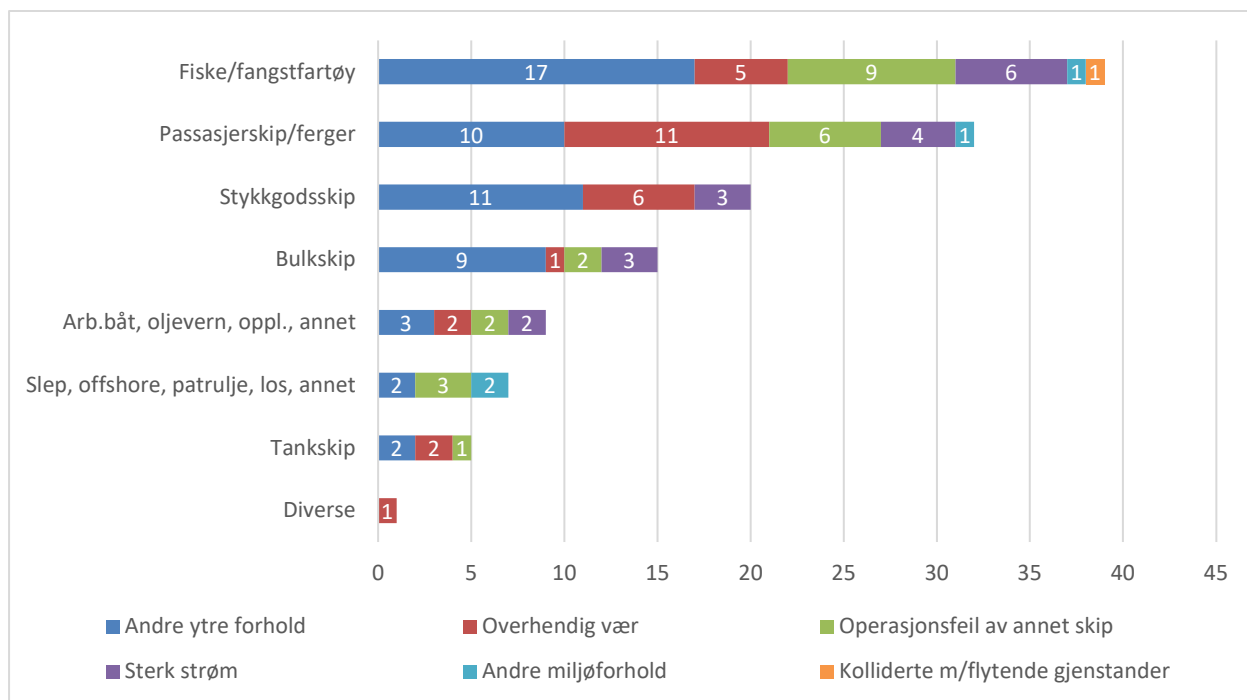
Skipstyper og segmenter

Figur 4-18 viser fordelingen mellom de ulike segmentene for hendelser rapportert med ytre som direkte årsak. Igjen er det de tre samme de 2 samme segmentene, fiske-/fangstfartøy og passasjerskip/ferger som topper listen med flest registreringer, her med fiske-/fangstfartøy aller øverst. Deretter følger stykkgodsskip som fartøystypen med tredje flest

registreringer av «ytre» som direkte årsak. Analysen har ikke identifisert helt klare argumenter for denne fordelingen, men resultatene må ses i sammenheng med antall skip som seiler, typisk operasjonsmønster, størrelse på fartøy og besetning, osv.

Hvis man ser nærmere på registreringene for de aktuelle fiske-/fangstfartøyene i databasen er langt de fleste relativt små fartøyer med små besetninger. Krefter fra sjø, vær og vind kan relativt sett ha større effekt på små enn store fartøyer, og dermed er disse fartøyene mer utsatt. Dersom man i tillegg tar utgangspunkt i at de ytre faktorene ikke er årsak alene, men gjerne i kombinasjon med menneskelige faktorer er det rimelig å tenke seg at utmattelse som følge av høy arbeidsbelastning kan være relevant, særlig når besetningene er små. Hviletid på fiske-fangstfartøyer er en omdiskutert problemstilling. Disse fartøyene har tradisjonelt vært unntatt fra hviletidsbestemmelser, men nye retningslinjer er innført de senere årene (30). Dog ikke uten motstand fra aktører i næringen som mener for strenge retningslinjer ikke er praktisk mulig å imøtekomme (31).

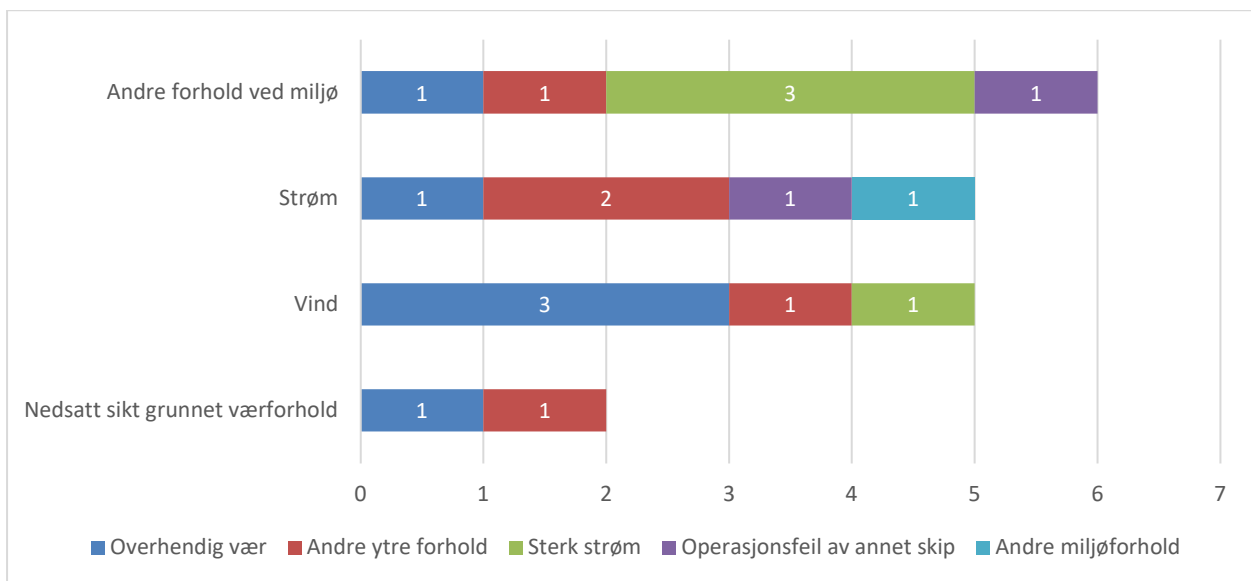
Når det gjelder passasjerskip og ferger ser man at en stor andel av ulykkene er registrert i operasjonsfase ved ankomst og avgang. Hyppige kaianløp gjør derfor at denne fartøystypen er ekstra utsatt for hendelser i denne operasjonsfasen, slik det ble beskrevet i forrige kapittel.



Figur 4-18 «Ytre» som direkte årsak fordelt på segmenter.

Indirekte årsaker til grunnstøtinger og kollisjoner

Figur 4-19 viser at bare totalt 18 hendelser har registrert kombinasjonen av «ytre» både som direkte og indirekte årsak, men hvis man ser på andre kombinasjoner erfarer man at «ytre» er registrert som indirekte årsak betraktelig oftere. Totalt finner vi 101 hendelser der «ytre» er registrert som indirekte årsak sammen med ulike kombinasjoner av andre indirekte og direkte årsaker. Dette viser igjen hvor sammensatt årsaksbildet ofte er for mange hendelser og hvor vanskelig, og ofte misvisende, det kan være å peke på enkeltfaktorer alene.

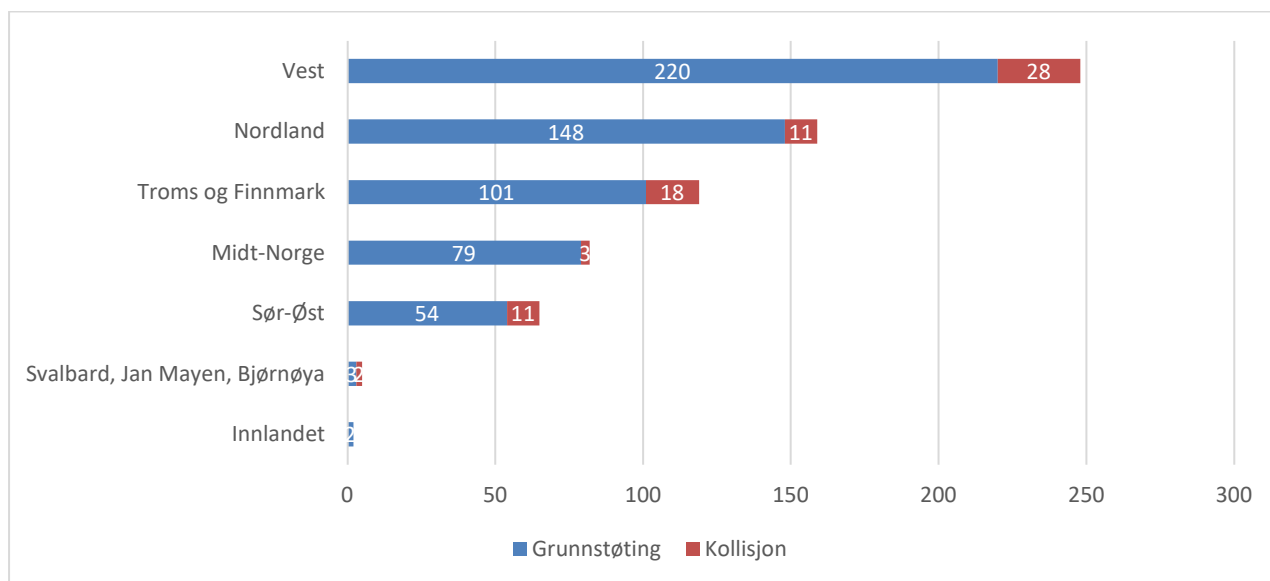


Figur 4-19 «Ytre» som direkte og indirekte årsak til grunnstøtinger og kollisjoner.

4.7 Geografiske forskjeller

Hvis vi igjen tar utgangspunkt i samme utvalg av hendelser som da vi så på direkte årsaker kan vi se nærmere på hvordan disse hendelsene fordeler seg på ulike geografiske områder. Det er forsøkt å dele inn geografiske områder omtrent likt som i 2014. Totalt var det 680 hendelser hvorav 607 grunnstøtinger og 73 kollisjoner.

Ifølge fremstillingene i figur 4-20 er det registrert klart flest ulykker i Vest, deretter følger Nordland, Troms og Finnmark, Midt-Norge, Sør-Øst og til slutt Svalbard, Jan Mayen og Bjørnøya. Aller nederst er det tatt med et eget geografisk område for Innlandet som dekker ulykker på innsjøer. Det kan være mange grunner til denne fordelingen, men det kan være naturlig å se dette i forhold til faktorer som tetthet på trafikken, karakteristikk for farvannet, vær og sjøforhold, fartøystyper som opererer i det geografiske området.

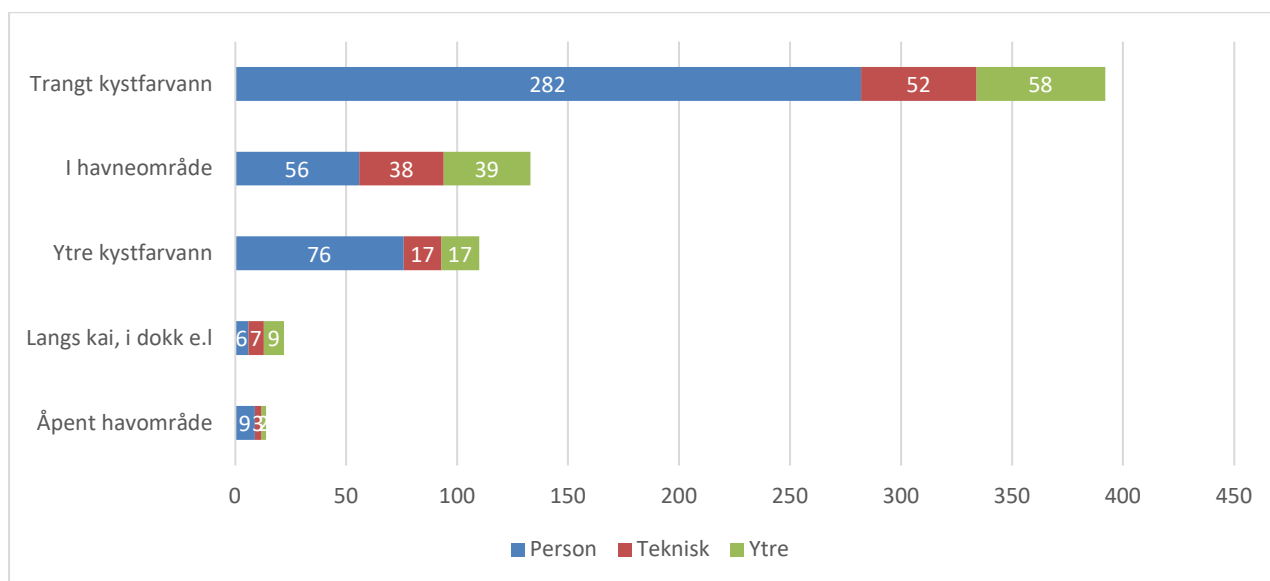


Figur 4-20 Registrering av grunnstøting og kollisjon fordelt på geografisk(e) område(r).

Generelt er det mye skipstrafikk i Vest og antas å ha særlig stor betydning for at det flest ulykker i dette geografiske området. Det kommer ikke frem av figur 4-20, men ut ifra dataen DNV har tilgang på ser man at de fleste skiptypene er relativt høyt representert. I tillegg byr farvannet på mange utfordringer for navigatørene med både trange fjorder, skjærgårder med mange holmer og skjær i kombinasjon med mye vær og krevende sjøforhold.

Noen av de samme utfordringene finnes i de to nordligste geografiske områdene, selv om den totale skipstrafikken er noe lavere sammenlignet trafikken i Vest. I Nordområdene vil de eksterne forholdene både være flere (for eksempel vær, vind, mørke, ising) og enda kraftigere. I disse geografiske områdene opererer mange fiskefartøy, og som beskrevet tidligere i rapporten er disse forbundet med en generelt høy ulykkeshyppighet. I Troms og Finnmark utgjør ulykker med fiskefartøy over halvparten av hendelsene. I Nordland utgjør fiskefartøy ca. 1/3 av ulykkene, men det er lasteskip som er høyest representert. Blant disse lasteskipene er det svært høy andel av ikke lospliktige fartøy og man ser av dataene i databasen at «person» i de fleste tilfellene er registrert som direkte årsak.

Figur 4-21 ser på fordeling av direkte årsak til ulykker i ulike typer farvann og som man ser inntreffer aller flest ulykker i trangt kystfarvann ifølge SDU, noe som kanskje ikke er uventet. Det er virker også rimelig at nest flest ulykker inntreffer i havneområder. Hvis man ser nærmere på de nylig omtalte geografiske områdene viser registreringene i databasen at 138 ulykker, altså godt over halvparten av ulykkene i Vest, skjedde i «Trangt Kystfarvann», og det samme ser vi i Troms og Finnmark hvor 60 hendelser skjedde i Trangt Kystfarvann. I Nordland er det også 60 registreringer i Trangt Kystfarvann, som tilsvarer litt under halvparten, men også det er en betydelig andel.



Figur 4-21 Fordeling av direkte årsak til ulykker i typer farvann.

Denne analysen har ikke hatt anledning til å hente frem konkrete tall som viser ulykkesfordelingen sett opp imot antall fartøyer i operasjon i hver av de respektive geografiske områdene. Men det kan være en anbefaling for nærmere undersøkelser på dette området.

4.8 Oppsummering av resultater fra den kvantitative analysen

Årsaksanalysen viser at det fortsatt er ganske lav rapporteringsgrad av årsaksforhold til hendelser, men en del bedre enn man så i 2014. Direkte årsaker er rapportert i 90 % av ulykkene for perioden 2015-2022 mot 42 % i av ulykkene for perioden 1984-2013. Bakenforliggende årsaker er bare registrert for 1 % av hendelsene og det kan se ut til at dette feltet i SDU ikke er i bruk. Indirekte årsaker er registrert i drøyt 30 % av hendelsene og ser ut til å omfatte mer eller mindre det samme som bakenforliggende årsaker i SDU.

Rapporteringsgrad for årsaker antas ha sammenheng med flere forhold. Innen 72 timer etter ulykken, som er kravstilt rapporteringsfrist, er bakenforliggende årsakene ofte ikke avklart. Skjemaet som brukes for rapportering gir begrenset med føringer for hvordan årsaksforhold skal rapporteres, noe som gir visse frihetsgrader, og noen velger kanskje å avvente fordi de er bekymret for skyldspørsmål eller andre konsekvenser.

Det er de menneskelige handlingene som dominerer årsaksbildet, særlig når det gjelder grunnstøtinger, slik man så i 2014 og i M-SCAT analysen. Det er viktig å påpeke at dette ikke handler om en forståelse av menneskelig handling som den «eneste» årsaken, men som en naturlig del av alle hendelser hvor mennesker er involvert, i sammenheng med indirekte og bakenforliggende årsaker. «Direkte årsak person» er registrert i 67 % av alle grunnstøtinger som har registrert en direkte årsak. For kollisjoner er det nesten lik fordeling mellom «person» og «ytre». Når man ser på rapportering fra kollisjoner og grunnstøting samlet ser det ut som fordelingen mellom de ulike kategoriene av direkte årsaker har stabilisert seg sammenlignet med perioden 1999-2013.

Totalt var «Person» registrert som direkte årsak i 434 hendelser. Feilnavigering er registrert som underkategori i mer enn halvparten av hendelsene. I 2014 var «sovnet på vakt» den dominerende underkategorien med 37%, men tallene viser en positiv trend med nedgang til 13 % i denne kategorien. Sannsynligvis har nedgangen sammenheng med at dette har vært et fokusområde der brovaktalarm er eksempel på tiltak som er innført.

Fordelt på skipstyper eller segmenter er fiske- og fangstfartøy klart høyest representert med «person» som direkte årsak. I tillegg skiller dette segmentet seg ut med høyest andel av ulykker der «sovnet på vakt» er angitt som direkte årsak. Bemanningssituasjonen sammen med operasjonsmønster antas å kunne være en del av forklaringen til at fiske- og fangstfartøyer kommer dårlig ut. Fiske og fangstarbeid kan typisk være preget av intensivt arbeid over tid, ofte i kombinasjon med knapp bemanning.

Uoppmerksomhet er den indirekte personrelaterte årsaken som er registrert i flest hendelser, ofte sammen med feilnavigering som direkte årsak. Uoppmerksomhet er ikke en egen bakenforliggende årsak i M-SCAT-modellen, men omfattes blant annet av «opptatt med andre problemer/oppgaver» eller «mangelfull risiko-/situasjonsforståelse eller bevissthet». Begge disse kategoriene er høyt representert blant indirekte årsaker i M-SCAT analysen. Ser man derimot tilbake til årsaksanalysen fra 2014, hvor «uoppmerksomhet» utgjorde 4.2 % av de registrerte bakenforliggende årsakene i perioden 1984-2013, har det vært påfallende stor økning for denne kategorien. Samtidig har det vært en tilsvarende reduksjon for «mangelfull observasjon» som indirekte årsak fra 26 % i perioden 1984-2013 til ca. 6 % i perioden 2014-2022. Forståelsen av hva som ligger i disse kategoriene avhenger litt av konteksten, men i mange tilfeller kan de oppfattes som omtrent det samme og brukes om hverandre. I så fall kan det like gjerne være en endring i hvordan det rapporteres eller registreres i databasen som en endring årsaksbildet.

I perioden 2014-2022 har «utstyr» blitt registrert som direkte årsak i 17 % av ulykkene mot 16 % i perioden 1999-2013. Tilsvarende tall fra den kvalitative analysen er lavere, rundt 8 %. Passasjerskip og ferger viser seg å være det segmentet hvor «utstyr» i flest tilfeller er registrert som direkte årsak til ulykker med totalt 40 hendelser. Tilnærmet halvparten av hendelsene inntraff i operasjonsfase ved ankomst havn. Bare i et tilfelle er det registrert mangelfullt vedlikehold, men det er lite sannsynlig at alle de øvrige hendelsene oppsto som følge av tilfeldige tekniske feil. Det er rimelig å anta at flere av hendelsene kunne vært avverget ved at feiltilstandene ble avdekket tidligere enten gjennom prosedyrer for systemsjekk ifm. oppstart/avgang og lignende eller gjennom vedlikeholdsrutiner, spesielt med hensyn til kritisk utstyr. Tilsvarende vurderinger gjort av Sjøfartsdirektoratet tilbake i 2013 (29).

«Utstyr» som indirekte årsak er registrert i 28 av alle ulykker uavhengig av om «person», «teknisk» eller «ytre» er rapportert som direkte årsak. Til sammenligning så vi for ulykkene der «person» var registrert som direkte årsak hadde 28 % av disse også rapportert «person» som indirekte årsak. Den lave rapporteringsgraden av indirekte årsaker gir uansett svært tynt grunnlag for å si noe om årsakssammenhenger i et større perspektiv.

Det ser ikke ut til å være vesentlig endring i andelen ytre faktorer registrert som direkte årsak til ulykker sammenlignet med perioden 1999-2013, men fordelt på underkategorier er det endringer. I 2014 var «sterk strøm» registrert oftest og «operasjonsfeil på annet fartøy» nest oftest. Trenden viste imidlertid økning for kategoriene «andre ytre forhold» og «overhengig vær» som i perioden 2014 til 2022 er registrert oftest. «Andre ytre forhold» er en underkategori som favner veldig mange faktorer. Blant annet inkluderer kategorien hendelser der det er pekt på mangelfull merking i farvannet. Denne kategorien kunne muligens med fordel vært delt opp i flere kategorier der for eksempel fyr, lykter og sjømerker var en egen kategori. Slik det er nå opplever DNV at det er utfordrende å skille ut og identifisere hendelser fra ulykkesdatabasen der fyr, lykter og sjømerker er en del av årsaksbildet. Som i eksemplet over er dette bare identifiserbart under «hendelsesforløp» der nøkkelord lett drukner i annen tekst.

Fiske-/fangstfartøyer, de fleste relativt små fartøyer med små besetninger, er oftest registrert med «ytre» som direkte årsak. Krefter fra sjø, vær og vind kan relativt sett ha større effekt på små enn store fartøyer, og dermed er disse fartøyene mer utsatt. Dersom man i tillegg tar utgangspunkt i at de ytre faktorene ikke er årsak alene, men gjerne i kombinasjon med menneskelige faktorer er det rimelig å tenke seg at utmattelse er relevant, særlig når besetningene er små. Hviletid på fiske-fangstfartøyer er en omdiskutert problemstilling, og tradisjonelt har fartøystypen vært unntatt fra hviletidsbestemmelser.

Geografisk fordeling av ulykker viser at det er klart flest ulykker i Vest, deretter følger Nordland før Troms og Finnmark. Generelt er det mye skipstrafikk i Vest og antas å ha særlig stor betydning for at det flest ulykker i dette geografiske området. De fleste skipstypene er relativt høyt representert. I tillegg byr farvannet på mange utfordringer for

navigatørene med både trange fjorder, skjærgårder med utallige holmer og skjær i kombinasjon med mye vær og krevende sjøforhold.

Noen av de samme utfordringene finnes i de to nordligste geografiske områdene, selv om den totale skipstrafikken er noe lavere sammenlignet trafikken i Vest. I disse områdene opererer mange fiskefartøy som vi tidligere har sett kommer ut med generelt høy ulykkeshyppighet. I Troms og Finnmark utgjør ulykker med fiskefartøy over halvparten av hendelsene. I Nordland utgjør fiskefartøy ca. 1/3 av ulykkene, men det er lasteskip som er høyest representert. Blant disse lasteskipene er det svært høy andel av ikke lospliktige fartøy og man ser av dataene i databasen at «person» i de fleste tilfellene er registrert som direkte årsak.

4.9 Sammenligning med kvantitativ analyse fra Årsaksanalysen 2014

Som i 2014 erfares det at årsaksforhold ikke er rapportert eller registrert for flere av hendelsene. Imidlertid er det en betydelig forbedring siden årsaksanalysen i 2014. Informasjonen lagret i SDU inkludert kategorisering av årsaker er formet av måten hendelsene rapporteres inn på, motivasjon og eventuelle bekymringer som preger de som rapporterer samt prosessen for klassifisering av data når data registreres, hvorvidt man er konsekvent ift. definisjoner og prosedyrer osv.

Fordeelingen mellom ytre 19 %, teknisk 17% og person 64% som direkte årsaker har stabilisert seg, og er likt med siste del av forrige analyseperiode, dvs. 1999-2013.

«Feilnavigering» er hyppigst registrert som personrelatert årsak, mens sovnet på vakt, som hadde størst andel på 37 % i perioden 1984-2013, nå er redusert til 13 %.

«Uoppmerksomhet» er registrert med størst andel, 40 % av indirekte personrelaterte årsaker, ofte i sammenheng med «feilnavigering» som direkte årsak. Andelen viser en påfallende stor økning sammenlignet med 2014 da «uoppmerksomhet» bare utgjorde 4.2 %. Denne trenden ble også observert i 2014, og har fortsatt. Samtidig har det vært en tilsvarende reduksjon for «mangelfull observasjon» som indirekte årsak fra 26% i perioden 1984-2013 til ca. 6 % i perioden 2014-2022. Årsaken til disse endringene er ukjent, og det er ikke gjort forsøk på å belyse disse tallene nærmere. Forståelsen av hva som ligger i disse kategoriene avhenger litt av konteksten, men i mange tilfeller kan de oppfattes som omtrent det samme og brukes om hverandre. I så fall kan det være at det ikke er snakk om en faktisk endring årsaksbildet, men like gjerne en endring i hvordan det rapporteres eller registreres i databasen. I 2014 ble det pekt på at der ulykker tidligere ofte skyldes manglende observasjon ut av styrehuset, kan det nå tenkes at for stor tiltro til tekniske systemer pasifiserer navigatøren som blir uoppmerksom. I så fall kan det antas denne effekten også er resultat av at en større andel av skipene har fått en mer moderne broløsning, og/eller omfanget av tekniske hjelpemidler og systemer har økt ytterligere.

Andelen rapportering av «utstyr» som direkte årsak til ulykker er stabilt sammenlignet med Årsaksanalysen 2014.

«Teknisk feil» er fortsatt oftest registrert, men andelen registreringer av «totalt maskinhavari eller blackout» har økt. Det er ikke funnet grunnlag for å si om dette skyldes faktiske endringer av type hendelser eller om dette kan knyttes til usikkerhet i rapporteringskvaliteten for hele perioden

Lav rapporteringsgrad for indirekte årsaker tilknyttet utstyr gir tynt grunnlag for å vurdere utviklingen når Årsaksanalysen 2014 sammenlignes med denne analysen. Underkategoriene som er høyest representert, som «defekt utstyr», «feil bruk av utstyr» og «andre forhold» er imidlertid de samme.

«Ytre (ugunstige forhold)» som direkte årsak til ulykker fremstår stabilt rundt 16-19%, men registreringene i SDU viser forholdsmessige endringer innenfor underkategoriene. «Sterk strøm» var tidligere den mest fremtredende direkte årsaken og «Operasjonsfeil på annet fartøy» hadde nest flest registreringer. Allerede i 2014 så man en trend som viser at begge disse kategoriene er blitt redusert og denne trenden har fremholdt. For grunnstøtinger er «Andre ytre forhold», «Overhengig vær» og «sterk strøm» de største kategoriene i kronologisk rekkefølge, mens det for kollisjon er «operasjonsfeil av annet skip» som er rapportert mest.

5 REFERANSER

1. **Hollnagel, Erik, Woods, David D and Leveson, Nancy.** *Resilience Engineering - Concepts and Precepts*. s.l. : CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006.
2. **Appelbaum, Steven B.** Socio-technical systems theory: an intervention strategy for organizational development. *Management Decision*. 1997, 35/6 452-463.
3. **Kongsvik, Trond, et al.** *Sikkerhet i arbeidslivet*. s.l. : Fagbokforlaget, 2018.
4. **Hollnagel, Erik.** *FRAM: The Functional Resonance Analysis Method*. s.l. : Ashgate Publishing limited , 2012.
5. **Reason, James.** *Managing the risk of organizational accidents*. s.l. : Ashgate Publishing, 1997.
6. **Hollnagel, Erik and Speziali, Josephine.** *Study on Developments in Accident Investigation Methods: A Survey of the "State-of-the-Art"*. s.l. : Swedish Nuclear Power Inspectorate (SKI), 2008.
7. **Perrow, Charles.** *Normal Accidents*. s.l. : Princeton University Press, 1999.
8. **Leveson, Nancy.** A systems approach to risk management through leading safety indicators. *Reliability Engineering and System Safety*. 2014, 136 (2015) 17-34.
9. **Hollnagel, Erik.** *Safety-I and Safety-II - The Past and Future of Safety Management*. s.l. : Taylor & Francis Group, 2014.
10. **Leveson, Nancy.** *Safety III: A System Approach to Safety and Resilience*. s.l. : Aeronautics and Astronautics Dept., MIT, 2020.
11. **Hollnagel, Erik.** *The ETTO Principle: Efficiency-Thoroughness Trade-Off*. s.l. : Ashgate Publishing Limited, 2009.
12. *Risk Management i a Dynamic Society: A Modelling Problem.* **Rasmussen, Jens.** 1997, Safety Science, Vols. 27 (1997) 183-213.
13. *Comparison of Systemic Accident Investigation.* **Kee, Dohyung.** 2017, Ergonomics Society of Korea.
14. **Gertman, D, et al.** *The SPAR-H Human Reliability Analysis Method*. s.l. : Division of Risk Analysis and Applications Office of Nuclear Regulatory Research U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2005.
15. *Human and organisational factors in maritime accidents: Analysis of collisions at sea using the HFACS.* **Chauvin, Christine, et al.** 2013, Accident Analysis and Prevention, Vol. 59 (2013) 26– 37.
16. **Bhattacharya, Syamantak.** The effectiveness of the ISM Code: A qualitative enquiry. 2011, Marine Policy 36 (2012) 528-535.
17. *The Legitimacy of Safety Management Systems in the Minds of Norwegian Seafarers.* **Vandeskok, B.** 2015, TransNav, Vol. 9(1).
18. *Maritime safety and the ISM code: a study of investigated casualties and incidents.* **Batalden, Bjørn-Morten and Sydnæs, Are Kristoffer.** 2014, WMU Journal of Maritime Affairs, Vols. 13(1), 3-25.
19. **Sjøfartsdirektoratet.** *Spørreundersøkelse maritim sikkerhet [Datasett]*. 2020.
20. **IMO.** *ISM Code (International Safety Management Code)*. 1993.
21. **DNV, Lloyd's List Intelligence and.** *Maritime safety trends 2012-2022*. s.l. : Lloyd's List Intelligence, 2023.
22. **Acejo, I, et al.** *The causes of maritime accidents in the period 2002-2016*. s.l. : Seafarers International Research Centre (SIRC), 2018.
23. *The Role of the Human Factor in Marine Accidents.* **Hasanspahic', Nermin, et al.** s.l. : Journal of Marine Science and Marine Engineering, 2021.
24. *Forskrift om melde- og rapporteringsplikt ved sjøulykker og andre hendelser til sjøs.* **Lovdata.** [Internett] Lovdata, 2008. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2008-06-27-744>.
25. **Sjøfartsdirektoratet.** *live ulykkesstatistikk.* **Sjøfartsdirektoratet.** [Internett] 2022. <https://www.sdir.no/sjofart/ulykker-risiko-og-sikkerhet/ulykkesstatistikk/live-ulykkesstatistikk/>.
26. **DNV.** *Årsaksanalyse av grønnstøtinger og kollisjoner i norske farvann*. s.l. : DNV, 2014.
27. **Sjøfartsdirektoratet.** *Læring av hendelser.* **Sjøfartsdirektoratet.** [Internett] Sjøfartsdirektoratet, 2016. <https://www.sdir.no/sjofart/ulykker-risiko-og-sikkerhet/laring-av-hendelser/laring-av-hendelser---ulykker-emd-mindre-fiskefartoy/>.
28. —. *Læring av hendelser.* **Sjøfartsdirektoratet.** [Internett] Sjøfartsdirektoratet, 2019. <https://www.sdir.no/sjofart/ulykker-risiko-og-sikkerhet/laring-av-hendelser/laring-av-hendelser---ulykker-emd-mindre-fiskefartoy/>.
29. **Sjøfartsdirektoratet.** *Læring av hendelser.* **www.sdir.no.** [Internett] Sjøfartsdirektoratet, 2013. <https://www.sdir.no/sjofart/ulykker-risiko-og-sikkerhet/laring-av-hendelser/laring-av-hendelser-ankomstulykke-med-ferge/>.
30. **Sjøfartsdirektoratet.** *Regelverk.* **www.sdir.no.** [Internett] Sjøfartsdirektoratet, 2021. <https://www.sdir.no/sjofart/regelverk/rundskriv/endring-av-forskrift-om-arbeids--og-hviletid-pa-fiskefartoy/>.
31. **Nordkapp, Radio.** **www.radionordkapp.no/nyheter.** **www.radionordkapp.no.** [Internett] Radio Nordkapp. <https://www.radionordkapp.no/nyheter/4623/arbeidstid-om-bord-i-fiskebaten/>.
32. **Kystverket.** *Los og farledsbevis.* **www.kystverket.no.** [Internett] https://www.kystverket.no/los-og-farledsbevis/los/lh_lostjenesten/.



Om DNV

Vi er et globalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering med tilstedeværelse i over 100 land. Vårt formål er å sikre liv, verdier og miljøet. Med vår unike tekniske ekspertise og uavhengighet bistår vi våre kunder med å forbedre sikkerhet, effektivitet og bærekraft.

Enten vi godkjenner et nytt skipsdesign, optimerer energiproduksjonen fra en vindmøllepark, analyserer sensordata fra en gassrørledning eller sertifiserer verdikjeden til en matprodusent, hjelper vi våre kunder med å ta gode og riktige beslutninger og øke tilliten til virksomheten, produktene og tjenestene deres. Verden er i endring. Vi kan påvirke utviklingen. Sammen skal vi takle de globale utfordringene og omstillingene vi vil møte.

SJØSIKKERHETSANALYSEN 2022

Trender og utvikling som kan påvirke sjøsikkerheten

Kystverket

Rapportnr.: 2022-1113, Rev. 0

Dato: 2023-10-18



Prosjektnavn: Sjøsikkerhetsanalysen 2022
Rapporttittel: Trender og utvikling som kan påvirke sjøsikkerheten
Oppdragsgiver: Kystverket, Postboks 1502
6025 ÅLESUND
Kontaktperson: Trond Langemyr
Dato: 2023-07-05
Prosjektnr.: 10360876
Org. enhet: DNV Maritime Advisory
Rapportnr.: 2022-1113, Rev. 0

Utført av:

Pål Børre Kristoffersen
Senior sjefsingeniør

Verifisert av:

Peter Hoffmann Nyegaard
Avdelingsleder

Godkjent av:

Øystein Goksøyr
Seksjonsleder

Stian Røyset Salen
Konsulent

Hans Jørgen Johnsrud
Sjefskonsulent

Dag Arild Sandal
Sjefskonsulent

Bjørnar Arnesen
Sjefsingeniør

Åsa Snilstveit Hoem
Seniorkonsulent

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV 2022. Alle rettigheter forbeholdes DNV. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning.

DNV distribusjon:

- ☒ ÅPEN. Fri distribusjon, internt og eksternt.
☐ INTERN. Fri distribusjon internt i DNV.
☐ KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste*
☐ HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

*Distribusjonsliste:

Nøkkelord:

Trender, drivkrefter, utvikling, sjøsikkerhet

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser
A	2022-10-28	Draft
B	2023-05-03	Draft
C	2023-07-05	Draft
0	2023-10-18	Endelig versjon

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG	3
2	INTRODUKSJON	8
2.1	Bakgrunn	8
2.2	Formål	8
2.3	Avgrensing av analysen	8
2.4	Forkortelser	10
3	METODISK TILNÆRMING	12
3.1	Kystverkets rammeverk for målstruktur og begrepsbruk	12
3.2	Tilpasning til denne analysen	12
4	TRENDER OG UTVIKLING SOM KAN PÅVIRKE SJØSIKKERHETEN	13
4.1	Avkarbonisering	13
4.2	Teknologiutvikling, digitalisering og transformasjon	19
4.3	Cyberisiko	23
4.4	Kampen om havområder	26
4.5	Regelutvikling i IMO	31
4.6	Globale kriser, «sorte svaner» og «perfekte stormer»	36
5	REFERANSER.....	38

Vedlegg A: Liste over nye IMO-tiltak (NCSR)

1 SAMMENDRAG

DNV har på vegne av Kystverket beskrevet globale trender og utvikling som kan påvirke sjøsikkerheten i norske farvann. Rapporten inngår som en del av prosjektet Sjøsikkerhetsanalysen 2022, som har fokus på den forebyggende sjøsikkerheten. Kystverket har også et pågående arbeid med oppdatering av beskrivelser av trender og utviklingstrekk som vil påvirke Kystverket de neste 30 årene¹.

Denne rapporten omhandle følgende trender og utviklinger:

- Avkarbonisering
- Teknologiutvikling, digitalisering og transformasjon
- Cyberrisiko
- Kampen om havområder
- Regelutvikling i IMO
- Globale kriser, sorte svaner og perfekte stormer

Det må påpekes at de to sistnevnte på listen over ikke er trender i den forstand, men er tatt med for å beskrive kommende IMO-tiltak, samt generelle risikobetraktninger rundt globale kriser, sorte svaner og perfekte stormer.

Avkarbonisering

De fleste medlemslandene i FN har gjennom Paris-avtalen forpliktet seg til det ambisiøse 1,5 graders målet. Dette innebærer store kutt i klimagassutslipp, også innenfor skipsfart. IMO, EU og Norge har satt seg følgende mål:

- I 2018 vedtok IMO en strategi for reduksjon av klimagassutslipp fra den internasjonale skipsflåten. IMOs mål er blant annet å redusere klimagassutslippene med minst 50 % innen 2050. IMO jobber med å revidere denne klimastrategien, noe som kan resultere i mer ambisiøse mål for utslippsreduksjoner.
- EUs ambisjoner er foreløpig større enn IMOs, med et mål om å redusere utslippene med 55 % i 2030 sammenlignet med 1990, og å være karbonnøytrale innen 2050. For å støtte oppnåelsen av disse målene har EU lansert tiltakspakken 'Fit for 55' som insentiverer skipsfarten til å redusere utslipp i økende grad fra 2024.
- I Norge har regjeringen en tilsvarende ambisjon som EUs, om å kutte utslipp med 55 % mot 2030 og oppnå karbonnøytralitet (netto null) innen 2050 – for hele økonomien. For innenriks skipsfart og fiske, har regjeringen tidligere etablert et mål om å halvere utslippene innen 2030.

Utover CO₂-avgiften, som gjelder for drivstoff solgt i Norge til fartøy i innenriksfart og til fiske i nære farvann, er det ingen særnorske klimautslippskrav for skip i Norge. Regjeringen har ambisjoner om fremtidige krav som kan bidra til ytterligere lav-/nullutslippsdrift av ferge- og hurtigbåtsamband, og for skip innenfor havbruk og offshore. I tillegg til dette er det tildelt statlig investeringsstøtte til flere prosjekter for implementering av nullutslippsteknologi på skip og produksjon av nullutslippsdrivstoff på landsiden.

For å kunne oppnå de langsiktige klimamålene er det nødvendig å effektivisere skipsfarten ytterligere og samtidig få til et betydelig opptak av alternative drivstoff (lav-/nullutslipp). Nye drivstoff og drivstoffteknologier vil kreve at det i økende grad fokuseres på sikkerhet, inkludert utvikling og implementering av nye sikkerhetsreguleringer. Før de nye drivstoffsystemene kan tas i bruk, må de ovenfor flaggstaten demonstrere ekvivalent sikkerhet i henhold til IMOs regelverk for alternativt design og arrangementer. Nye drivstoff og fremdriftssystemer fører samtidig til nye utfordringer

¹ «Kystverket mot 2050»

for Kystverkets ansvar innen miljøberedskap. Med en rekke nye situasjoner som kan oppstå, stilles det krav til oppbygging av kompetanse, nye typer utstyr, tilpassing av utpekte nødhavner, og større grad av samordning og tilpassing mellom Kystverket og de andre beredskapsaktørene.

I Norge har innfasingen av nullutslippsskip så langt vært ledet av overgangen til elektriske ferger, i hovedsak drevet frem av offentlige anbudskriterier og økonomisk støtte til å dekke merkostnader. Når det gjelder nullutslippsskip med hydrogenbasert drivstoff (som hydrogen, ammoniakk og metanol), er det kun ett skip som er i drift i norske farvann i dag (MF Hydra). Det er imidlertid aktivitet innen planlegging av skip og produksjonsanlegg for hydrogen og ammoniakk som drivstoff til skipsfarten. Trenden for utslippsreduksjon (avkarbonisering) i norsk skipsfart er allikevel svakt synkende. Realisering av prosjekter uteblir foreløpig, til tross for statlig investeringsstøtte. Uten vesentlig skjerpede krav og virkemidler ligger ikke norsk skipsfart an til å nå regjeringens klimamål om halvering innen 2030. En rekke aktører (GSP, Miljøstiftelsen Zero, og Rederiforbundet) har pekt på behovet for differansekontrakter som et eksempel på virkemidler som er nødvendig.

Teknologiutvikling, digitalisering og transformasjon

Maritim næring er historisk sett en kostnadsfokuset bransje med en konservativ tilnærming til ny teknologi, hvor de fleste aktørene vegrer seg for å være først. Dette har resultert i en relativt treg innovasjonstakt sammenlignet med andre bransjer. Men de siste 5 – 10 årene har eksterne faktorer som for eksempel krav til avkarbonisering, teknologioverføring fra andre bransjer og ressurs/kompetansemangel ombord økt investeringsviljen i ny teknologi. I denne rapporten har DNV sett på en rekke hovedtrender innen digitalisering og transformasjon:

- **Teknologisk infrastruktur:** Med teknologisk infrastruktur, så menes det teknologier som muliggjør videre implementering av innovative teknologiske løsninger. Ett sentralt element er økt tilgang til dataoverføring (økt konnektivitet), samt teknologi for innsamling av data på tvers av systemer ombord. Data fra systemer ombord er blitt mer tilgjengelig, og kan hentes ut fra automasjonssystemer via Edge-løsninger og enten brukes direkte i digitale løsninger ombord eller sendes til land for prosessering. Forbedret kommunikasjon og informasjonsutveksling mellom skip, fra skip og land, og fra land til skip er under utvikling i maritime tjenesteporteføljer (Maritime Service Portfolios (MSPs)). Utvikling av VHF Data Exchange System (VDES) er et eksempel. VDES er under utvikling for å bidra til e-navigasjon og gir mulighet for to-veis, lavhastighetskommunikasjon med skip over hele verden via satellitt. Satellittbasert re-kringkasting av AIS-meldinger gir blant annet muligheten for økt situasjonsforståelse og navigasjon i Arktis.
- **Brooperasjoner:** Det er forventet betydelig digitalisering av brooperasjoner de neste årene, spesielt relatert til effektivisering av administrative oppgaver, automatisering av navigering og brovakt oppgaver, samt presentasjon av informasjon for økt situasjonsforståelse. Eksempler på utvikling innen systemer og standarder som kan påvirke sjøsikkerheten positivt er: Maritime Single Window (MSW), digitale loggbøker, SafeSeaNet, digitale referanseruter, IHO-S100, Mini-ECDIS, avansert «objekt identifisering» ved bruk av bildegjenkjenning og LIDAR, samt bruk av Augmented Reality (AR)² og Mixed Reality (MR)³ som potensielt vil kunne bidra til et bedre situasjonsbilde og forståelse på broen.
- **Tekniske og laste-operasjoner:** Økt dataoverføring mellom skip og land vil muliggjøre at enkelte operasjoner styres fra land som for eksempel fjernstyring av lastepumper, kraner eller fjernstyrte undervannsfarkoster. Datainnsamling og prosessering ombord kan gi forbedret beslutningsstøtte for effektiv drift av utstyr og systemer. Dette inkluderer, men er ikke begrenset til optimal drift av hovedmotor og hjelpemotorer, bruk av kjeler, trim av fartøy, behov for skrogvask osv.

² AR (Augmented Reality – utvidet virkelighet)

³ MR (Mixed Reality – blandet virkelighet)

- *Vedlikehold og teknisk integritet:* Som en konsekvens av økt innovasjonstakt, så øker også kompleksiteten av skipssystemer og kontrollsystemer. Dette kan medføre en økning av uønskede hendelser og i verste fall økt antall blackout-situasjoner, samt økt kompleksitet ved «blackout recovery». Økt mulighet for tilkobling mellom skip og land vil muliggjøre mer effektiv diagonisering av tekniske problemer, samt oppdatering av programvare fra land. Lavenergi trådløse nettverk vil redusere installasjonskostnaden av nye sensorer betydelig. En stor økning i tilgjengelig data, kombinert med økt analysekraft, er forventet å muliggjøre tilstandsbaserte vedlikeholdsstrategier som gir redusert nedetid av sikkerhetskritisk utstyr.
- *Drift og ledelse – land:* Teknologiske løsninger som beskrevet over vil også medføre større endringer i hvordan rederier organisere drift og ledelse av fartøyene fra land. Økt tilgang på data på land vil gjøre det mulig å transformere virksomhet rundt mer sentraliserte funksjoner og datadrevne beslutningsprosesser organisert i et operasjonssenter. Det kan også forventes at enkelte arbeidsoppgaver flyttes fra skip til land, hvor arbeidsmengden reduseres gjennom digitalisering av arbeidsprosesser og storskalaeffekter

Cyberrisiko

Med cyberhendelser menes her hendelser som knyttes til ondsinnet aktivitet der trusselaktør benytter datamaskiner og datanettverk. Risiko for cyberhendelser er økende, samtidig som skipseiere relativt nylig er pålagt å innarbeide cyberrisiko i sine styringssystemer⁴. Krav fra klaseselskapene om teknisk sikring av skip mot cyberhendelser blir obligatorisk for nybygg fra 2024.

Innen tradisjonell informasjonsteknologi (IT), har cyberhendelser hatt en stor økning de siste årene. Konsekvensene har primært vært økonomisk tap og tap av omdømme. Også dataangrep mot operasjonelle systemer har vist en sterk økning de siste årene. På moderne skip er det slike operasjonelle systemer som kontrollerer essensielle systemer som styring og propulsjon. Konsekvensen av dataangrep mot slike systemer kan gi skade på liv, miljø og materiell i tillegg til økonomisk tap og tap av omdømme.

Flere av de maritime kommunikasjonsløsningene er sårbare for dataangrep. Hverken sivile GPS signaler eller AIS signaler har beskyttelse mot modifikasjon («spoofing»). Løsepengevirus («ransomware») er laget for å «låse» elektronisk informasjon og kreve løsepenger for å «låse opp». Slettevirus («wiperware») sletter filer permanent. Om slike virus spres til operasjonelle systemer knyttet til sjøtrafikk, kan sikkerhetskritiske systemer slutte å fungere.

Elektroniske farleder, samt styring og overvåkning av navigasjonsinnretninger og systemer på sjøtrafikksentraler er eksempler på systemer som kan være angrepsmål for cybertrusler. Operasjonssentraler for autonome fartøy er under etablering og disse vil på sikt kunne kontrollere fartøyet. Dataangrep kan få konsekvenser som grunnstøting og kollisjon.

Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM), Nasjonalt cybersikkerhetssenter (NCSC), Norges Rederiforbund og Sjøfartsdirektoratet vurderer at alle typer skip og rederienes landbaserte infrastruktur kan være sårbare for cyberhendelser.

Kampen om havområder

Frem mot 2050 vil norske havområder se betydelig næringsutvikling og en tiltagende konkurranse om attraktive havareal. Selv om Norge har et stort tilgjengelig totalt havareal vil områder, kjennetegnet ved spesielle dybdeforhold og nærhet til land, oppleve økende grad av faste installasjoner og annen aktivitet som konkurrerer om areal. Dette kan medføre en økt sjøsikkerhetsrisiko for møtekonflikter mellom skip, skipskollisjoner og kollisjoner med faste installasjoner ettersom det potensielt blir mindre plass for skipstrafikken. Det kan også medføre en økt grunnstøtingshyppighet

⁴ IMO innførte en resolusjon om at cyberrisiko skulle innarbeides i skipenes styringssystemer for sikkerhet fra 1. januar 2021

dersom installasjoner gjør at skipsfarten må endre ruter og seilasmønster i kystnære farvann. En ryddig sameksistens mellom ulike brukere av havet, og med miljøet, blir avgjørende de kommende tiår.

I DNVs rapport fra 2021 "Ocean's future to 2050", basert på en omfattende prognosemodell, gjøres en framskrivning av utvikling for alle etablerte havindustrier frem mot 2050. Der trekkes det blant annet frem følgende:

- Utbygging av kapasitet fra offshore vindkraft på 420 GW i Europa frem mot 2050 vil kreve et havareal på 62 000 km². 80 % av dette vil være bunnfaste installasjoner, mens resterende vil være flytende vindturbiner forankret på dypt vann
- Utover offshore vindkraft vurderes andre fornybare energikilder som kan utvikles til havs, slik som offshore solenergi, bølge- og tidevannsenergi.
- Produksjon fra akvakultur vil mer enn dobles i Europa frem mot 2050 og en stor andel av veksten vil foregå offshore. Det innebærer at andre havnæringer må forholde seg til akvakultur installasjoner i havområder som tidligere ikke har hatt denne type installasjoner.

I samspill med næringer beskrevet over, har vi andre arealkrevende aktiviteter uten faste installasjoner som fiskeri, skipstrafikk og olje- og gass letetekonsesjoner:

- Det er forventet at fiskerinæringen vil se en økning i norske farvann mot 2050 forårsaket av migrering av fiskestammer mot polene som en direkte konsekvens av klimaendringer.
- Det globale transportbehovet til sjøs, målt som behovet for å frakte et tonn med produkter en nautisk mil, vil se en økning på 31 % frem mot 2050.
- Areal som dedikeres til olje- og gass letetekonsesjoner vil reduseres med 50% sammenliknet med i dag i forbindelse med overgangen til fornybar energi. Olje- og gass letetekonsesjoner påvirker i mindre grad andre havindustrier som ikke benytter faste installasjoner og er dermed ikke like sentral i forhold til fremtidig samvirke mellom industrier og sikkerhetsbildet for skipstrafikk. En tilsvarende reduksjon er forventet for olje- og gass installasjoner fra dagens nivå, inkludert sikkerhetssoner.

Regelutvikling i IMO

I denne rapporten har vi hovedsakelig hatt fokus på IMOs underkomité for navigasjon-, kommunikasjon og søk og redning (NCSR)⁵. Relevante tiltak for sjøsikkerhetsanalysen som det jobbes med i denne komiteen er listet under. Merk at tiltak som ikke spesifikt angår norske farvann, samt SAR, ikke er omtalt i denne analysen ettersom fokus er på forebyggende sjøsikkerhet i norske områder. Tiltakene er:

- Harmonisere beskrivelser av maritime tjenester i e-navigasjon
- Utvikling av generiske ytelsesstandarder for systemer som bruker satellittnavigasjon
- Det menneskelige elementet
- Revisjon av veiledning for god praksis i bruk av elektronisk kart og informasjonssystem (ECDIS) og endringer i ECDIS ytelsesstandarder
- Oppdateringer av overvåkningssystemet (LRIT)⁶
- Sjøsikkerhetstiltak for ikke-SOLAS skip som opererer i polare farvann

⁵ NCSR ligger under IMOs Maritime Safety Committee (MSC)

⁶ Long Range Identification and Tracking (LRIT)

- Arbeid tilknyttet den nye polarkoden

Forrige møte i IMOs Maritime Safety Committee (MSC 105) ble avholdt 2-11 november 2022. MSC er en av IMOs fem hovedkomitéer som blant annet støttes opp av NSCR. Noen relevante fokusområder for arbeidet i sjøsikkerhetsanalysen er:

- Modernisert Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
- Regelverk for innenriksferjer
- Autonome fartøy
- Formidling av MSI-informasjon gjennom flere GMDSS-ankjente mobile satellittjenester

I tillegg nevnes det at IMOs underkomite Carriage of Cargoes and Containers (CCC) jobber med regelutvikling for alternative drivstoff. Deres siste møte ble holdt 14-23 September 2022, der ble midlertidige retningslinjer for bruk av LPG som drivstoff, samt oppdateringer av IGF-koden (for skip som bruker drivstoff med lavt flammepunkt) ferdigstilt.

Globale kriser, sorte svaner og perfekte stormer

En global krise er en situasjon som påvirker hele verden, enten direkte eller indirekte, og som kan ha alvorlige og omfattende konsekvenser for samfunn og økonomier over hele kloden. En global krise kan være forårsaket av en rekke faktorer, for eksempel naturkatastrofer, økonomisk sammenbrudd, pandemier, krig og konflikter, og klimaendringer. De siste årene har globale kriser som Covid-19-pandemien hatt betydelige konsekvenser for skipsfarten nasjonalt, og spesielt internasjonalt. Det er ikke identifisert noen signifikante endringer i ulykkeshyppigheten globalt eller nasjonalt som følge av pandemien, men her er det behov for å analysere lengre tidsserier (før og etter), samt foreta mer detaljerte studier. Pandemien medførte likevel betydelige negative virkninger for sjøfolk, med ettervirkninger som vi kanskje ikke har fått den fulle oversikten over ennå. Dette er blant annet dokumentert i en studie som ble presentert i 2022, som undersøkte effektene av pandemien på menneskets mentale helse og tretthet (fatigue). Undersøkelsessvar fra 622 mannskap på internasjonale fartøy ble analysert. Funnene tydet på at virkningen av pandemien økte sjøfolks tretthet og psykiske helseproblemer. Viktigheten av fokus på mental/psykologisk stress så vi også i årsaksanalysen, der samlet bidrag fra fysisk, og psykisk stress, og kapasitet gikk igjen i 25 % av navigasjonsulykkene som bakenforliggende årsak⁷.

De siste års sikkerhetspolitiske situasjon med krigen i Ukraina, har vist hvor utfordrende det kan være å vurdere potensielle trusler (som geopolitiske konflikter, territorielle krav, økonomiske interesser eller ideologiske forskjeller) og sannsynligheten for at disse truslene vil materialisere seg i en væpnet konflikt. Dette er eksempler på risikoer som til en stor grad er uforutsigbare og dynamiske (endres over tid). Kystverket har kommentert at den pågående krigen i Ukraina har ført til et økt fokus på samfunns- og datasikkerhet [32]. Flere av Kystverkets tjenester er viktig i et samfunnsikkerhetsmessig perspektiv.

To metaforer, «Sorte svaner» og «perfekte stormer» brukes for å beskrive det utenkelige eller det ekstremt usannsynlige. Sorte svaner er hendelser som vi ikke hadde tenkt på eller visste om, som vi så bort fra eller som var ansett som noe som ikke kunne skje. «Sorte svaner» kalles også «unknown unknowns» og referer til epistemisk usikkerhet (kunnskapsrelatert). Imens «perfekte stormer» kan anses som «known unknowns», det vil si en sjelden hendelse som man vet er mulig, men ingen vet når eller om den vil skje. I en «perfekt storm» er fenomenene kjente og vi kan ha presise sannsynligheter og relevant statistikk (om frekvens), men sannsynligheten for at den inntreffer anses som svært liten. Usikkerheten er i denne sammenhengen aleatorisk, dvs. den beskriver variasjon og modelleres ved hjelp av sannsynlighetsmodeller. Felles for «sorte svaner» og «perfekte stormer» er at de kun i retrospekt anses som forklarlige og forutsigbare.

⁷ Oppdatert årsaksmodell for farledsbevisseilaser.

2 INTRODUKSJON

DNV har på vegne av Kystverket beskrevet globale trender og utvikling som kan påvirke sjøsikkerheten i norske farvann. Rapporten inngår som en del av prosjektet Sjøsikkerhetsanalysen 2022, som har fokus på den forebyggende sjøsikkerheten.

2.1 Bakgrunn

I 2014 utførte DNV «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» på oppdrag fra Kystverket. Sjøsikkerhetsanalysen 2014 utgjorde en viktig del av grunnlaget for stortingsmeldingen «På rett kurs — Forebyggende sjøsikkerhet og beredskap mot akutt forurensning» (Meld. St. 35 2015–2016) og inngår i dag i Kystverkets kunnskapsgrunnlag for sjøsikkerheten i norske farvann.

På grunn av den lange tiden som er gått siden «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» ble ferdigstilt, og på grunn av behovet for gode forberedelser for arbeidet i Kystverket frem mot Nasjonal transportplan 2025-2036, er det behov for å revidere denne kunnskapen gjennom å revidere deler av analysen.

Denne rapporten inngår som del av prosjekt «Sjøsikkerhetsanalysen 2022», og dette prosjektet omfatter følgende analyser:

- Interessentanalyse – for å få brukerperspektiv fra de som er daglige brukere av farvannet
- Trendanalyse (denne rapporten) – for å vurdere globale trender og utvikling og hvordan de kan påvirke sjøsikkerheten
- Årsaksanalyse – for å finne årsaker og årsakssammenhenger til navigasjonsulykker basert på granskningsrapporter og ulykkesrapporter.
- Virkningsanalyse - for å se på den risikoreduserende effekten av ulike tiltak som ligger innenfor og utenfor Kystverkets portefølje
- Sannsynlighetsanalyse – for å beregne risikoen for ulykker nå og frem i tid, tatt i betraktning trafikkprognoser og effekten av sjøsikkerhetstiltak

2.2 Formål

Formålet med studien har vært å beskrive globale trender og utvikling som kan påvirke sjøsikkerheten i norske farvann, både i negativ og positiv retning.

2.3 Avgrensing av analysen

Sjøsikkerhetsanalysen setter søkelys på den forebyggende sjøsikkerheten i norske farvann, det vil si forhold som kan forebygges at ulykker inntreffer. Analyseområdet omfatter alle norske farvann, inkludert Norges Økonomiske Sone (NØS), fiskevernsonen i havområdene utenfor Svalbard, samt fiskerisone ved Jan Mayen.

Sjøsikkerhetsanalysen har hovedfokus på navigasjonsulykker, det vil si ulykker som forårsakes av navigasjonsfeil som fører til grunnstøting eller kollisjon. Grunnstøting forstås her med enhver kontakt mellom fartøy og havbunn, mens kollisjon defineres som en hendelse der fartøyet kolliderer med et annet fartøy. Drivende grunnstøting er også inkludert i denne analysen. Kontaktulykker (mot kai, bro, drivende gjenstander, etc.) er ikke inkludert i navigasjonsulykker. Analysen vil omhandle næringsfartøy med AIS-transponder A (bærekraft), det vil si at fritidsfartøy og andre fartøy uten bærekraft, ikke er del av analysen

Sammen med Kystverket ble det bestemt at beskrivelsene skal omhandle følgende trender og utviklinger:

- Avkarbonisering
- Teknologiutvikling, digitalisering og transformasjon
- Cyberrisiko
- Kampen om havområder
- Regelutvikling i IMO
- Globale kriser, «sorte svaner» og «perfekte stormer»

Kystverket har også et pågående arbeid med oppdatering av beskrivelser av trender og utviklingstrekk som vil påvirke Kystverket de neste 30 årene [32]. Drivkreftene som er beskrevet i arbeid med «Kystverket mot 2050», er:

- Økonomiske utsikter i en ustabil verden
- Klima- og miljøutfordringer (avkarbonisering)
- Demografi og urbanisering
- Samfunnssikkerhet
- Sjøtransporten følger næringslivets utvikling og lokaliseringsvalg.
- Økt anvendelse av teknologi (teknologikonvergens)

Det er en målsetning å unngå for mye overlapp i DNVs og Kystverkets leveranser for å unngå dobbeltarbeid, men samtidig skal DNVs analyser stå på egne ben og være uavhengig Kystverkets sine vurderinger. Det er derfor foretatt en kort vurdering av eventuelle overlapp mellom denne analysen og Kystverkets egen analyse om drivkrefter, se Tabell 2-1. Merk at DNV ikke har foretatt noen egne vurderinger eller meninger om de beskrivelsene som Kystverket har gjort i deres analyse.

Tabell 2-1 Oppsummering av overlapp mellom denne analysen og Kystverkets egen analyse om drivkrefter.

Kystverkets analyse om fem drivkrefter	DNVs analyse om trender
Økonomiske utsikter i en ustabil verden	Ingen overlapp, DNV omhandler ikke dette tema
Samfunnssikkerhet	Noe overlapp i tematikk rundt samfunnssikkerhet, men DNVs beskrivelser er på et overordnet nivå.
Sjøtransporten følger næringslivets utvikling og lokaliseringsvalg	Noe overlapp i tematikk rundt utvikling i varehandel, skipstrafikk, energiproduksjon til havs, se kapittel 4.4 (Kampen om havområder) i denne rapporten.
Klima- og miljøutfordringer (avkarbonisering)	Lite/ingen overlapp med DNVs beskrivelser da Kystverkets beskrivelser er på et mer overordnet nivå. Se kapittel 4.1 (Avkarbonisering) i denne rapporten.
Økt anvendelse av teknologi (teknologikonvergens)	Lite/ingen overlapp med DNVs beskrivelser da Kystverkets beskrivelser er på et mer overordnet nivå. Se kapittel 4.2 (Digitalisering og transformasjon) i denne rapporten.

Andre drivkrefter, utviklingstrekk og trender som ikke er inkludert i arbeidsomfanget til denne rapporten er samfunnssikkerhet, geopolitikk og klimaendringer. Disse har Kystverket beskrevet selv.

2.4 Forkortelser

AIS	Automatisk identifikasjonssystem (Automatic Identification System)
BT	Bruttotonn
CCS	Karbonfangst- og lagring (Carbon capture and storage)
CII	Carbon Intensity Indicator
CO ₂	Karbondioksid
DCS	IMO's «Fuel Oil Consumption Data Collection System»
DT	Dødvekttonn
FN	Forente nasjoner
EEXI	Energy Efficiency Existing Ship Index
ENISA	European Union Agency for Cybersecurity
ETO	Energy Transition Outlook (DNV)
ETS	Emissions Trading System
EU	Den europeiske union
EØS	Det europeiske økonomiske samarbeidsområde
GFS	GHG Fuel Standard
GSP	Grønt Skipsfartsprogram
IACS	International Association of Classification Societies
IKT	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi
IMO	International Maritime Organization
ISM	Internasjonal norm for sikkerhetsstyring (the International Safety Management Code)
IT	Informasjonsteknologi
LNG	Flytende naturgass (Liquefied Natural Gas)
MSP	Maritime Service Portfolios
MSW	Maritime Single Window
NCOM	Nasjonal kommunikasjonsmyndighet
NCSC	Nasjonalt cybersikkerhetssenter
NCSR	IMO's underkomité for navigasjon-, kommunikasjon og søk og redning
NIST	National Institute of Standards and Technology
NM	Nautisk mil
NMS	Nasjonal sikkerhetsmyndighet
NO _x	Nitrogenoksider

NØS	Norsk økonomisk sone
OT	Operasjonelle systemer
PST	Politiets sikkerhetstjeneste
ROV	Fjernstyrt undervannsfarkost (Remotely Operated Vehicle)
SIP	Strategy Implementation Plan
Sox	Svoveldioksider
USCG	United States Coast Guard
VDES	VHF Data Exchange System
VTs	Sjøtrafikksentralen (Vessel Traffic Services)

3 METODISK TILNÆRMING

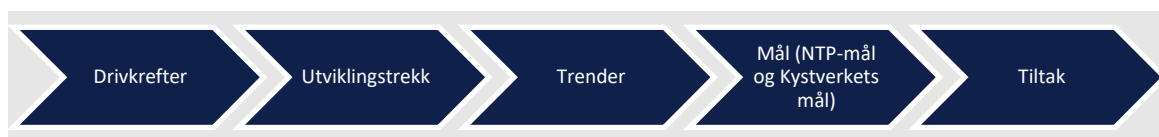
Den metodiske tilnærmingen har hovedsakelig vært å innhente informasjon fra ulike kilder internt i DNV gjennom samtaler med fageksperter, samt innhente publikasjoner som er gitt ut av DNV. Det er også samlet eksterne kilder gjennom søk i databaser, Kystverkets publikasjoner, nyhetsartikler og internett.

3.1 Kystverkets rammeverk for målstruktur og begrepsbruk

Kystverket bruker følgende definisjoner på begrepene drivkrefter, utvikling og trender, se visualisering i Figur 3-1 [32].

- **Drivkrefter:** Grunnleggende samfunnsmessige forhold som påvirker en trend eller et utviklingstrekk. Drivkreftene ligger utenfor det fenomenet/systemet som observeres. Eksempel: Politisk enighet om målet om lavutslippssamfunnet i 2050. Drivkrefter er utviklingstrekk eller trender i samfunnet som påvirker oss i stor grad, og som er utenfor vår kontroll og som vi (enkeltpersons nivå) i liten grad kan påvirke [32].
- **Utviklingstrekk:** En generalisering om utviklingen der flere trender sees i sammenheng. Eksempel: Millenium-generasjonen er mer åpen for å dele fremfor å eie enn tidligere generasjoner. Dette resulterer eksempelvis i et utviklingstrekk på delingsmobilitet [32].
- **Trend:** En rekke av empiriske observasjoner som dokumenterer utvikling over tid. Det legges ikke et bestemt antall observasjoner til grunn. Eksempelvis at det er en trend at det offentlige skal levere (enkle) digitale tjenester som skal være tilgjengelig, eksempelvis i form av en applikasjon [32].

For en mer utførlig forklaring av sammenhengen mellom målstruktur og teknologitiltak henviser vi til Kystverkets rapport fra 2022 om «Teknologi og teknologiutvikling i Kystverket» (Vedlegg C)⁸ [41].



Figur 3-1 Sammenheng mellom drivkrefter og målstruktur, visualisert av Kystverket.

3.2 Tilpasning til denne analysen

Hoveddelen av beskrivelsene i denne rapporten er om trender, og derav forkortelsen «trendanalysen», men det er også noen beskrivelser som kan peke tilbake på drivkrefter, som for eksempel politisk enighet om målet om lavutslippssamfunnet i 2050, og utbygging av energiproduksjon til havs. For å forenkle oppbyggingen av denne rapporten har det allikevel blitt brukt begrepene trender og utvikling om de temaene som DNV analyserer. Dette kan eksempelvis være følgende:

- Avkarbonisering – nye miljøkrav for skip som er etablert, krav som kommer i fremtiden og statistikk på antall fartøy som tar i bruk alternative drivstoff og batteri.
- Digitalisering og transformasjon – utvikling de siste årene og DNVs innsikt i arbeid og utvikling som gjøres innad i rederiene og ombord
- Cyberrisiko – antall hendelser som kan knyttes til ondsinnet aktivitet der trusselaktør benytter datamaskiner og datanettverk.

⁸ Tilgjengelig i Kystverkets Kunnskapsdatabase

- Kampen om havområder – antall satsninger, utlysninger/konsesjoner og kommende prosjekter på energiproduksjon, samt teknologiutvikling.
- Pågående IMO-arbeid – konkrete tiltak som kommer på navigasjon og kommunikasjonsteknologi fra IMO.

4 TRENDER OG UTVIKLING SOM KAN PÅVIRKE SJØSIKKERHETEN

Dette kapittelet presenterer en analyse av globale trender og utviklinger som kan påvirke sjøsikkerheten i norske farvann, både i negativt og positiv retning. Analysen omhandler følgende trender og utvikling:

- Avkarbonisering
- Digitalisering og transformasjon
- Cyberrisiko
- Kampen om havområder
- Regelutvikling i IMO
- Globale kriser, «sorte svaner» og «perfekte stormer»

Selv om regelutvikling i IMO ikke kan sies å være en trend, på lik måte som de andre, er den allikevel tatt mer her for å si noe om hva som er fokusområder innen regelverksutvikling i internasjonal skipsfart, styrt av FN-organet International Maritime Organization (IMO). Dette vil på sikt ha en positiv innvirkning på sjøsikkerheten i norske farvann.

4.1 Avkarbonisering

Maritim næring er svært viktig for Norge ved at den direkte og indirekte utgjør en stor del av verdiskapningen langs kysten. Dette medfører imidlertid betydelige utslipp til luft fra forbrenning av fossilt brensel ombord i skip. SO_x og NO_x bidrar til helse- og miljøskader, og CO₂ er den viktigste klimagassen som bidrar til global oppvarming. Tall fra SSB viser at innenrikssjøfart og fiske i 2020 utgjorde rundt 7,5 % av klimagassutslippene i Norge [9]. I tillegg kommer utenrikssjøfart (trafikk til og fra norske havner og utenlandske havner). [8].

Selv om Norge historisk har vært tidlig ute med nye teknologier og energieffektiviseringstiltak i skipsfarten, som har bidratt til besparelser i kostnader, klima og miljø, tar det tid før de store reduksjonene materialiserer seg. Skipsfarten utvikler seg langsomt, og er gjenstand for lange og tunge trender, både internasjonalt og i Norge [44, 45]. Det tar mange år fra idé til realisering av nye skip og teknologier, og enda flere år fra realisering til storskala opptak. Dette henger blant annet sammen med skipenes lange levetid, som er typisk 20-30 år, og at det både er kostbart å bygge om skip og bestille nye. Det tok for eksempel rundt ti år fra bestillingen av verdens første helelektriske ferje MF Ampere, til 54 av 133 fergesamband (etter DNVs kjennskap) i dag er elektrifisert i Norge [43].

De hel-elektriske fergene bidrar til utslippskutt, men de fleste andre skipssegmenter henger etter. En nylig prognose gjort av DNV viser at majoriteten av forventede utslippskutt fra norsk innenriksskipsfart innen 2030 er i ferje- og hurtigbåtsektoren (med rundt 10 av 12 %) [7].

Skipsfartens politiske og regulatoriske landskap for avkarbonisering

De fleste medlemslandene i FN har gjennom Paris-avtalen, som ikke eksplisitt omtaler skipsfart, forpliktet seg til det ambisiøse 1,5 graders målet [12]. Dette innebærer at store kutt i klimagassutslipp er nødvendig, også innenfor skipsfart. Internasjonal skipsfart reguleres av IMO, som setter de regulatoriske rammene. Ifølge IMO er utslipptrenden i internasjonal skipsfart negativ. De globale CO₂-utslippene økte med nærmere 10 % mellom 2012 og 2018, og

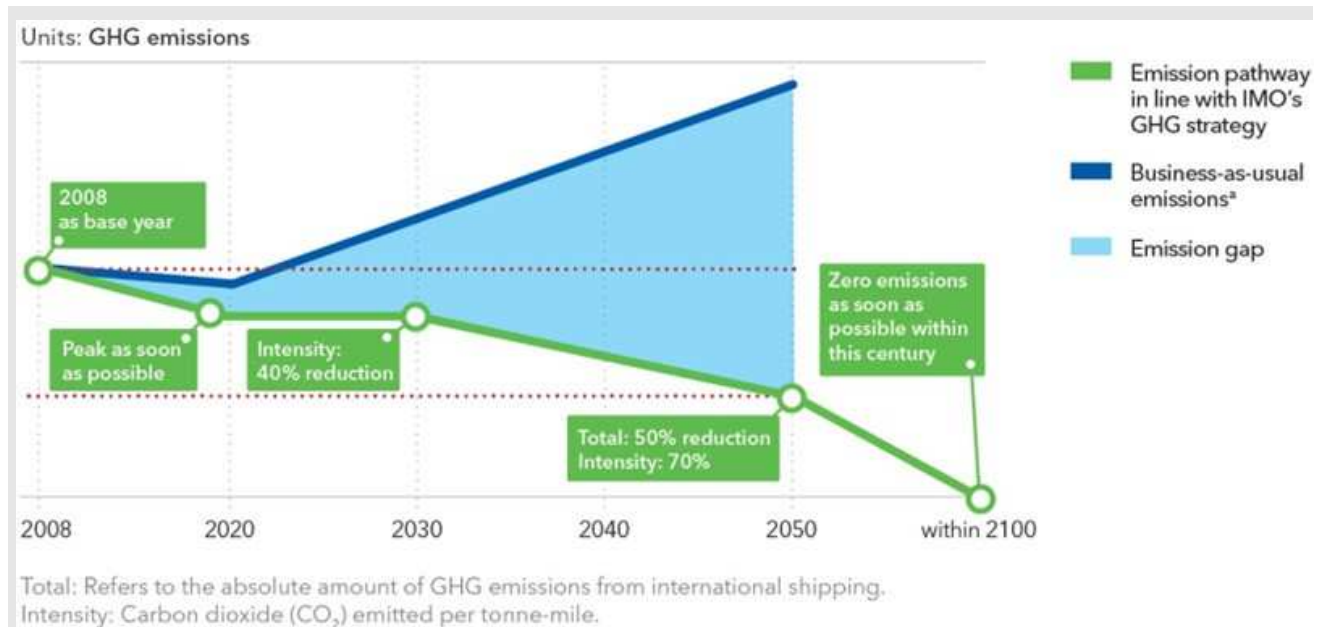
utslippene anslås å vokse videre med mellom 50 og 250 % innen 2050 hvis det ikke gjøres noe [8]. Dette henger sammen med økt aktivitetsnivå og transportert volum til sjøs.

Med dette som bakteppe, vedtok IMO i 2018 en innledende strategi for reduksjon av klimagassutslipp fra skip som i dag er den viktigste driveren for regulering av klimagassutslipp fra den internasjonale skipsflåten [11]. IMO jobber også mot å revidere denne klimastrategien, som kan resultere i enda høyere ambisjoner for reduksjoner i klimagassutslipp [49].

IMOs nåværende mål er å:

- Redusere klimagassutslippene med minst 50 % innen 2050
- Redusere utslippsintensiteten med 40 % innen 2030
- Redusere utslippsintensiteten med 70 % innen 2050, fra referanseåret 2008.

Som Figur 4-1 illustrerer, er den globale kursen for avkarbonisering dermed satt. Reduksjonsbehovene er store, og for å kunne oppnå de langsiktige klimamålene er det nødvendig å effektivisere skipsfarten ytterligere og samtidig få til et betydelig opptak av alternative drivstoff (lav-/nullutslipp). Dette krever vesentlige innskjerpinger i form av strengere krav og nye virkemidler, på internasjonalt, regionalt og nasjonalt nivå.



Figur 4-1 IMOs klimaambisjon for reduksjon av klimagassutslipp og karbonintensitet for internasjonal skipsfart.
Kilde: DNV⁹.

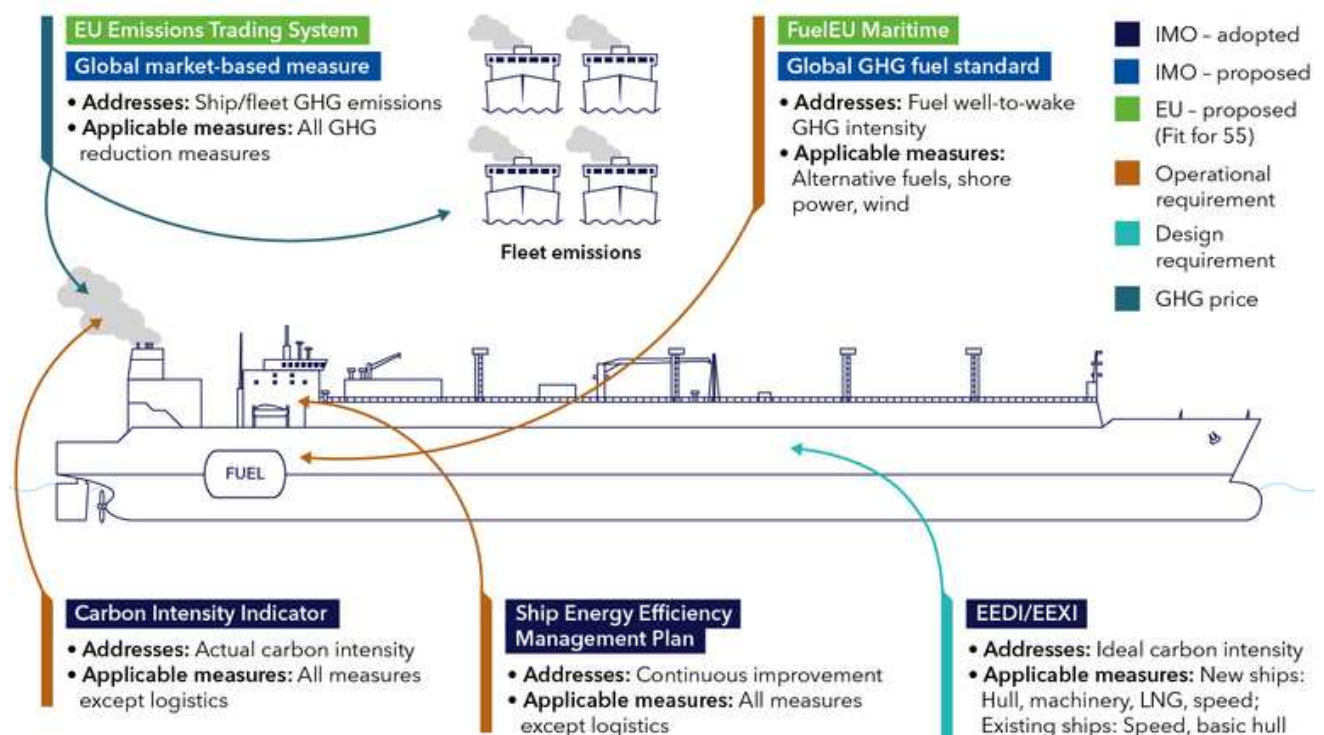
Implementering av IMOs klimastrategi er i gang med kortsiktige krav til reduksjon i karbonintensitet for operasjon av enkelt skip (CII-krav), som måles i CO₂-utslipp per transportkapasitetsarbeid (DT-NM), og krav til teknisk design av et skip (EEXI-krav). CII-kravene gjelder for skip over 5000 BT, hvor skipene for hvert år, fra og med 2023 (foreløpig frem til 2027), vil bli rangert fra A til E mot et kontinuerlig synkende karbonintensitetsmål. For disse skipene, som står for rundt 85 % av utslippene fra internasjonal skipsfart, må det for hvert enkelt skip årlig rapporteres CO₂-utslipp (tonn), utseilt distance (nautiske mil), med mer, via IMOs «Fuel Oil Consumption Data Collection System» (DCS) [13].

EEXI er et teknisk tiltak knyttet til skipsdesign, hvor skip må oppnå EEXI-godkjenning én gang i livet, senest innen den første periodiske kontrollen i 2023. EEXI gjelder for skip ned til 400 BT. Ifølge IMO (2020) har reduksjonen i utslippsintensitet, som et gjennomsnitt på tvers av internasjonal skipsfart, vært på 20-30 % fra 2008 til 2018, og det forventes at 2030-målet oppnås gjennom de nye CII- og EEXI-kravene [8]. Mye av reduksjonen har hittil vært og vil

⁹ <https://www.dnv.com/maritime/insights/topics/CII-carbon-intensity-indicator/index.html>

være relatert til operasjonelle endringer som redusert hastighet under seilas. Nye virkemidler vil være nødvendige for å oppnå 2050-målet. Klimastrategien vil bli revidert i 2023, og en rekke land jobber for strengere utslippsambisjoner (inkludert «netto null») i 2050 for internasjonal skipsfart. Forhandlinger om neste kravpakke er påbegynt, og vil trolig inneholde skjerpede krav fra 2027. «GHG Fuel Standard (GFS)» er et foreslått tiltak fra Norge og EU-landene som setter krav til klimagassintensitet for drivstoffets livssyklus. Tiltaket er i store trekk likt EU-forordningen FuelEU Maritime (som beskrevet under), men vil gjelde internasjonalt og forventes å bli vedtatt i 2024 eller 2025. Dette vil kunne påvirke opptaket av ulike drivstoff.

EU er mer ambisiøs enn IMO, med mål om å redusere utslippene med 55 % i 2030 sammenlignet med 1990, og å være karbonnøytrale innen 2050. For å støtte oppnåelsen av disse målene, lanserte EU-kommisjonen klimapakken «Fit for 55» i 2021. Dette forslaget¹⁰ inkluderer skipsfarten i EUs kvotehandelsystem (ETS), samt EUs energiskattedirektiv (ETD), som vil gjøre det dyrere å slippe ut klimagasser og bruke fossile drivstoff – i økende grad fra 2024 [38]. Norsk skipsfart (i EU/EØS) vil omfattes av EU ETS, siden Norge er innlemmet i EUs kvotemarked gjennom EØS-avtalen [14]. EUs skattedirektiver er ikke en del av EØS-avtalen, men EU ETD er likevel relevant for Norge fordi det i ESAs miljøstøttereigningslinjer vises til direktivet [47]. Fra før har Norge en egen CO₂-avgift på mineralske produkter som omfatter mineraloljer og naturgass til innenriks sjøfart og fiske i nære farvann. I tillegg er det forslag om å stille krav til klimagassintensitet for skipenes drivstoff (FuelEU Maritime), som vil fremme økt bruk av fornybar energi. Skipsfarten vil også påvirkes av EUs taksonomi for bærekraftig økonomisk aktivitet, som er utviklet for å støtte investeringer i aktiviteter som bidrar til EUs miljø- og klimamål. Taksonomien definerer hva som er «grønn skipsfart», og vil i løpet av de kommende årene kunne påvirke rederienes tilgang til kapital, for eksempel gjennom «grønn» finansiering og bærekraftsrelaterte lån. Figur 4-2 viser IMO og EUs regulatoriske rammeverk som utgjør driverne for dekarbonisering i skipsfarten [5].



Figur 4-2 Det regulatoriske IMO- og EU-landskapet for reduksjon av klimagassutslipp i skipsfarten [5].

¹⁰ EU ETS-forslaget til Kommisjonen har blitt akseptert i Rådet, men endelige forhandlinger for å slutføre klimapakken gjenstår med Parlamentet gjennom «trilogien».

Norske ambisjoner, krav og virkemidler

I Norge har regjeringen gjennom Hurdalsplattformen etablert en tilsvarende ambisjon som EUs, om å kutte utslipp med 55 % mot 2030 og oppnå karbonnøytralitet (netto null) innen 2050 – for hele økonomien. For innenriks skipsfart og fiske, mer konkret, har regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart (2019) tidligere etablert et mål om å halvere utslippene innen 2030. Norges Rederiforbund lanserte også nylig en klimastrategi, med følgende ambisiøse mål [15]:

- Karbonintensiteten til den norske flåten skal være halvert innen 2030 (fra 2008)
- Norske rederier skal kun bestille «nullutslippsskip» fra 2030
- Den norske flåten skal være karbonnøytral innen 2050
- Det skal bli et internasjonalt forbud mot ikke-karbonnøytrale drivstofftyper fra 2050.

Utover CO₂-avgiften, som gjelder for drivstoff solgt i Norge til fartøy i innenriksfart og til fiske i nære farvann, er det ingen særnorske klimautslippskrav for skip i Norge. Det finnes derimot segmentspesifikke krav. Regjeringen har satt kriterier i anbud for fergesamband som hittil har resultert i den elektriske fergerevolusjonen i Norge. I havbruk vurderer regjeringen å fase inn krav til lav-/nullutslipp for servicefartøy fra 2024, for å stimulere til videre utvikling i næringen, som har hatt en trend med elektrifisering av anlegg og hybridisering av båter de siste årene [16]. Det er også varslet lav-/nullutslippskrav for offshore-skip fra 2025/2030 [17]. En del offshore-skip omfattes allerede av krav fra operatører, for eksempel til bruk av landstrøm eller opsjoner som innebærer ombygging til bruk av alternative drivstoff [18]. For ferger og hurtigbåter er det utredet lav- og nullutslippskrav i nye anbud fra henholdsvis 2023 og 2025, med en klar anbefaling om utelukkende innføring av nullutslippskrav [2]. For cruiseskip har det blitt gradvis strengere krav til miljøpåvirkning gjennom tungoljeforbud på Svalbard (2022), utslippskrav i Verdensarvfjordene for svovel (2020), NO_x (2020, 2022 og 2025) og klimagasser (2026), samt et Stortingsvedtak om utslippskrav i «turistfjorder». Regjeringen vurderte også å innføre omsetningskrav i 2022 for biodrivstoff for innenriks skipsfart, men i lys av EUs klimapakke skal dette utredes videre før en beslutning tas.

Effekten av avkarboniseringsdrivere i skipsfarten

Nylige studier viser at det per i dag ikke finnes tilstrekkelige drivere (i form av krav og virkemidler) som gir norsk skipsfart insentiv til å oppfylle de nasjonale klimamålene. DNV anslår at rundt 12 % av utslippene i norsk innenriks skipsfart vil bli redusert innen 2030 (fra 2019), basert på krav og virkemidler som enten er i kraft i dag, eller som er foreslått og med rimelig stor sikkerhet vil bli innført [7]. Frem mot 2030 ser det ut som at CO₂-avgiften¹¹ vil ha størst betydning for norsk innenriksfart. EU-kravene vil antageligvis bli innført og gi en betydningsfull effekt for norsk utenriksfart (til Europa). De foreløpige IMO-kravene vil gi en viss effekt, men vil trolig ikke ha like stor utslagskraft [7].

Et *Impact Assessment*-studie gjort for IMO har vist at *de kortsiktige CII-kravene* (alt annet likt utover at det først blir investert i lønnsomme energieffektiviserende tiltak og LNG-teknologi) kan resultere i 6 % opptak av biodrivstoff i verdensflåten i 2030 [3]. For å være i rute til å oppnå *nullutslippsmålet i 2050*, har DNV senere estimert at 5 % opptak av karbonnøytrale drivstoff i verdensflåten er nødvendig i 2030 [5].

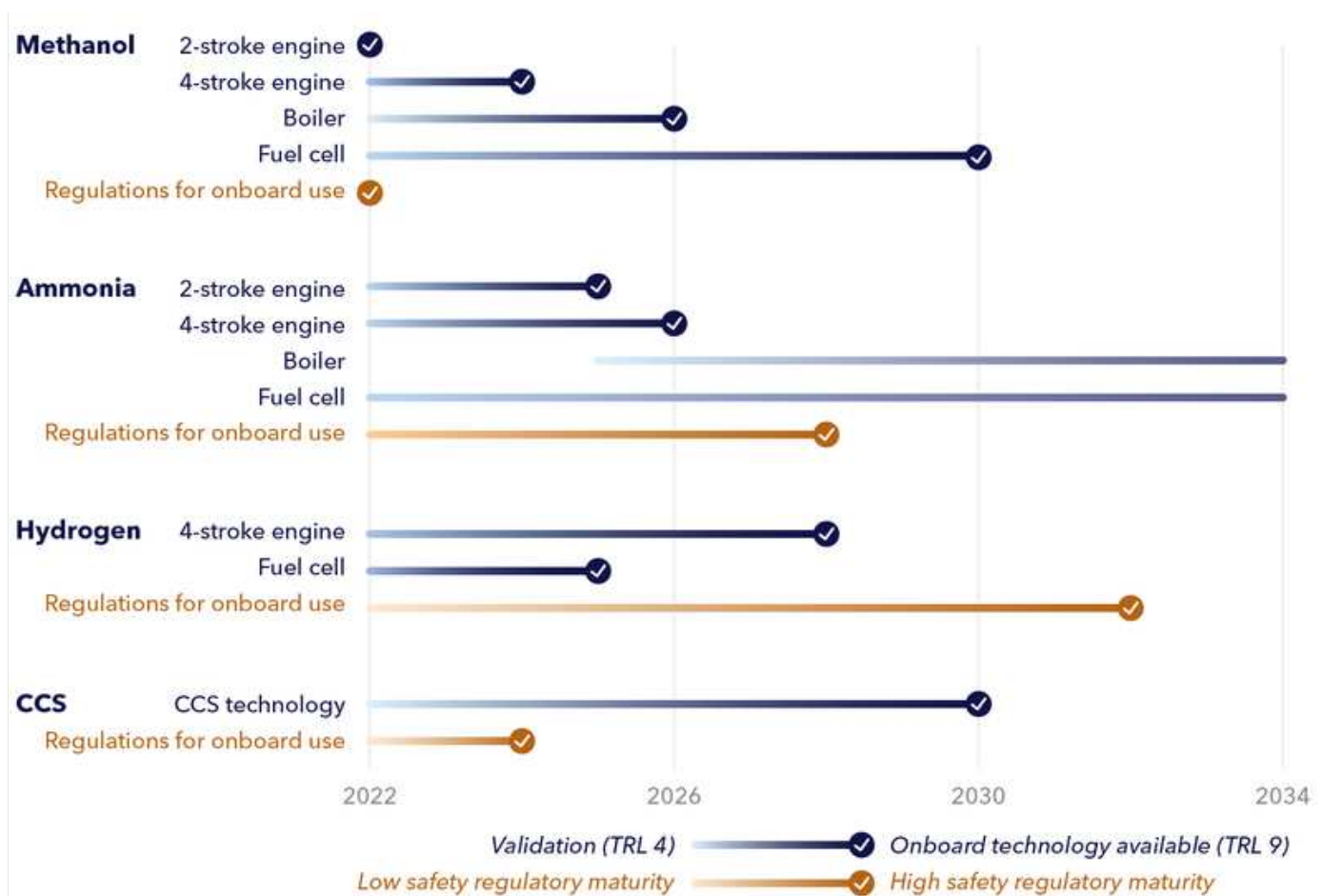
Fremtidige drivstoff og teknologier

Av alle eksisterende skip i verdensflåten har de fleste konvensjonelle forbrenningsmotorer. 2-taktsmotorer er vanlig på store, havgående skip, og 4-taktsmotorer er mer vanlig på mindre skip i kystnær trafikk. Hos flere kjente motorleverandører er det pågående utvikling, testing og markedsføring av forbrenningsmotorer som kan drives med hydrogen eller ammoniakk. Det er også pågående utvikling og testing av brenselceller til maritim bruk, som forventes å være klart til bruk med hydrogen som drivstoff i 2025. Generelt vil ammoniakk- og hydrogenteknologi være tilgjengelig

¹¹ Regjeringen har foreslått å øke avgiften gradvis mot 2030, slik at total CO₂-kostnad per tonn CO₂ øker fra omtrent 750 kroner i dag til 2000 kroner i 2030.

innen 3 til 8 år [5]. Figur 4-3 viser at 2-taktsmotorer vil være klare til å ta i bruk metanol og ammoniakk som drivstoff fra henholdsvis 2022 og 2025, mens 4-taktsmotorer ikke har kommet like langt i utviklingsløpet. Kystnær skipsfart er forventet å bli viktig for modningen av hydrogenteknologi, og derfor er utviklingen av 4-taktsmotorer og brenselceller kommet lengst for hydrogenteknologi. Ellers er teknologimodenhetsnivået for metanol høyere enn for ammoniakk og hydrogen.

Fremtidens forbrenningsmotorer vil antakeligvis i likhet med dagens LNG-motorer være fleksible motorer som kan forbrenne forskjellige drivstofftyper. Dette innebærer at de vil kunne brenne fossilt drivstoff i tillegg til for eksempel hydrogen eller ammoniakk. Fremtidens skip som har slike motorer installert, vil kunne drives fra levering med fossilt drivstoff så lenge det alternative drivstoffet ikke er tilgjengelig. Hvilke drivstoff som blir dominerende i fremtiden avhenger av teknologiutviklingen, men også andre faktorer, som energitilgjengelighet, drivstoffpris, drivstoffets livssyklus («well-to-wake») klimagassintensitet, og ikke minst sikkerhet. Det er store usikkerheter rundt fremtidige priser og tilgang til fornybar energi. Drivstoffenes klimagassintensitet vil kunne ha mye å si dersom det foreslåtte IMO-tiltaket materialiserer seg i et internasjonalt krav.



Figur 4-3 Modenheten for ulike alternative drivstoff og teknologier [5].

Nye drivstoff og drivstoffteknologier vil kreve at det i økende grad fokuseres på sikkerhet, inkludert utvikling og implementering av nye sikkerhetsreguleringer. Metanol og ammoniakk er svært giftig, og hydrogen er svært lett antennelig, noe som gir store sikkerhetsutfordringer. Før de nye drivstoffsystemene kan tas i bruk, må de ovenfor flaggstaten demonstrere ekvivalent sikkerhet i henhold til IMOs regelverk for alternativt design og arrangementer. Nye drivstoff og fremdriftssystemer fører samtidig til nye utfordringer innen beredskap. Med en rekke nye situasjoner som kan oppstå, stilles det krav til oppbygging av kompetanse, nye typer utstyr, tilpassing av utpekte nødhavner, og større grad av samordning og tilpassing mellom miljøberedskap og beredskapsaktører innen personsikkerhet og redning [41].

Som følge av de ulike utfordringene knyttet til alternative drivstoff som nevnt over, er det også økende interesse for karbonfangst- og lagringsteknologi (CCS) ombord i skip. CCS kan være aktuelt for enkelte skipssegmenter, avhengig av det regulatoriske landskapet og utvikling av landbasert infrastruktur for mottak og lagring. Flere demonstrasjons- og pilotprosjekter er nødvendig for å øke teknologimodenheten til CCS [5].

Omstillingstakten i internasjonal skipsfart

Figur 4-4 viser at omstillingstrenden i internasjonal skipsfart er en overgang fra store konvensjonelle, fossildrevne skip til store skip med LNG-teknologi, som typisk har fleksible motorer og forbrenner enten fossilt oljedrivstoff eller fossil LNG. En trend som bygger på denne utviklingen, er «fuel ready» eller «future fit» trenden [4]. Det innebærer at nybygg som planlegges i dag vil kunne gå på både fossile drivstoff (som marin gassolje og oljer med lavt svovelinhold) og lav-/nullutslippsdrivstoff når de leveres.

Figur 4-4 viser at 1-2 % av antall skip som opererer i dag og omtrent 21 % av antall skip i bestilling vil kunne operere på alternative drivstoff, hvorav LNG-teknologi dominerer (inkludert LNG-tankskip). Utover LNG er det også et betydelig opptak av batteriteknologi. Globalt sett er det et relativt stort opptak av batteri-elektriske skip i Norge, i hovedsak helelektriske ferger og batterihybride offshore-skip. Opptaket av metanol og LPG, og de første hydrogen-drevne nybyggene, begynner også å komme.

NUMBER OF SHIPS



Figur 4-4 Antall skip i operasjon og bestilling per 2022 med alternativ drivstoffteknologi i verdensflåten [5].

Omstillingstakten i norsk skipsfart

I Norge har innfasingen av nullutslippsskip så langt vært ledet av overgangen til elferger, i hovedsak drevet frem av offentlige anbudskriterier og økonomisk støtte til merkostnader. De fleste av disse elfergene er satt i drift. Det gjenstår fortsatt noen fergesamband som kan elektrifiseres, men utbyggingstakten er lavere nå enn for noen år siden [6]. Dessuten er det flere hurtigbåt-/passasjerbåtsamband med potensiale for elektrifisering. For hurtigbåtsamband foreslår DFØ, Miljødirektoratet og Sjøfartsdirektoratet at det utelukkende stilles krav til nullutslippsløsninger i nye anbud fra 2025 [2]. *Fremtidens hurtigbåt* er et samarbeidsprosjekt mellom flere fylkeskommuner som eksempelvis kan bidra til realisering av utslippsfrie hurtigbåter. Den pågående fasen av prosjektet skal utvikle et byggeklart design for utslippsfrie hurtigbåter med intensjon om bygging av en pilot. Et annet prosjekt, *Zevs*, er støttet av Forskningsrådet for å gi et nødvendig kunnskapsgrunnlag for myndighetene i innføringen av grønne hurtigbåtsamband. Hurtigbåtsamband kan være utfordrende å gjøre utslippsfrie på grunn av relativt lange og energikrevende seilaser og høye merkostnader. Zevs skal innen 2024 gi en oversikt over tekniske muligheter og tiltakskostnader på sambandsnivå, for å kartlegge hvor nullutslippsløsninger er egnet og hvordan kostnader ved nullutslippskriterier fordeler seg mellom fylker [2].

Når det gjelder nullutslippsskip med hydrogenbasert drivstoff (som hydrogen, ammoniakk og metanol), er det kun MF Hydra som er satt i drift i norske farvann i dag. Det er imidlertid aktivitet innen planlegging av grønne skip. Et eksempel er de prosjekterte hydrogenfergene til Torghatten Nord, i kontrakt med Statens vegvesen, som skal trafikkere Bodø-

Lofoten-sambandet fra høsten 2025¹². Et annet eksempel er anbudskonkurransen for nullutslippsskip utlyst av HeidelbergCement og Felleskjøpet Agri, og ledet av Grønt Skipsfartsprogram (GSP), med rundt 30 tilbydende rederier. Det resulterte i det grønne nybyggprosjektet *With Orca*. Anbudskonkurransen har for øvrig gitt ringvirkninger i form av et stort kunnskapsløft hos en rekke aktører i Norge, deriblant rederier og leverandører. Ellers er det en rekke pilotprosjekter i regi av GSP, samt flere mulige grønne realiseringsprosjekter som pågår i GSP sitt *Servicekontor for grønn flåtefornyelse*. Det er også initiativer og prosjekter i næringen, som for eksempel havvindskip som klargjøres for å ta i bruk alternative drivstoff.

I Norge er det også stor aktivitet innen planlegging av produksjonsanlegg for hydrogen og ammoniakk som drivstoff til skipsfarten. Et eksempel er Enovas milliardtildeling til hydrogenknutepunkter, som inkluderer støtte til syv «banebrytende» hydrogen- og ammoniakkdrevne fartøy, med ca. 450 millioner kroner. Mengden av ennå ikke vedtatte planer om mulige produksjonsanlegg for hydrogen og ammoniakk, vil være tilstrekkelig til å møte behovet for grønn energi til skip allerede i 2025 dersom planene realiseres [6]. Det er også stor aktivitet innen forskning og utvikling innen disse feltene, med en firedobling av offentlige tildelte midler gjennom Enova, Forskningsrådet, Innovasjon Norge og Pilot-E fra 2019 til 2021 [6]. Investeringsstøtte på merkostnader av grønne investeringer er et viktig virkemiddel og driver i det grønne skiftet.

Den store aktiviteten innen planlegging og tidlig fase-prosjekter betyr lite så lenge realisering av grønne skip og produksjonsanlegg uteblir. At realisering av prosjekter foreløpig uteblir henger sammen med *overgangsrisikoen* som sjøtransportnæringen (rederiene) står overfor i dag, med kommende endringer i rammebetingelser og reguleringer. Strengere reguleringer (eksempelvis EUs Fit for 55) vil resultere i et skifte i maritimt drivstoff, og i denne overgangen er det en risiko knyttet til tekniske, regulatoriske og økonomiske hindringer [32, 41]. Det kan ta flere år fra en investeringsbeslutning i nybygg tas til skipet er levert. I tillegg er den forventede levetiden til et skip 20-30 år. I denne perioden vil reguleringene og rammebetingelsene endre seg, eksempelvis knyttet til strengere sikkerhetskrav, drivstoffkostnader og tilgjengelighet på drivstoff. På grunn av dette er det mange rederier som «sitter på gjerdet» når det gjelder investeringer i nybygg.

Trenden for utslippsreduksjon (avkarbonisering) i norsk skipsfart er per i dag svakt synkende. Norsk skipsfart ligger ikke an til nå regjeringens klimamål om halvering innen 2030, uten at det innføres vesentlig skjerpede krav og virkemidler. Investeringsstøtte fra eksempelvis Enova og Pilot-E ser ikke ut til å være tilstrekkelig for å realisere nybyggprosjekter og få til en grønn flåtefornyelse i Norge. En rekke aktører, herunder GSP, Miljøstiftelsen Zero, og Rederiforbundet, har pekt på behovet for differansekontrakter som et eksempel på virkemidler som er nødvendige, men som i dag ikke er tilgjengelige [6, 7]. Stortinget har derimot bedt regjeringen om å utarbeide en plan for å innføre et system for differansekontrakter for hydrogen innen 2023 [47].

4.2 Teknologit utvikling, digitalisering og transformasjon

Maritim næring er historisk sett en kostnadsfokustert bransje med en konservativ tilnærming til ny teknologi, hvor de fleste aktørene vegrer seg for å være først. Dette har resultert i en relativt treg innovasjonstakt sammenlignet med andre bransjer. Men de siste 5 – 10 årene har eksterne faktorer som for eksempel avkarboniseringskrav, teknologioverføring fra andre bransjer og ressurs/kompetansemangel ombord økt investeringsviljen i ny teknologi.

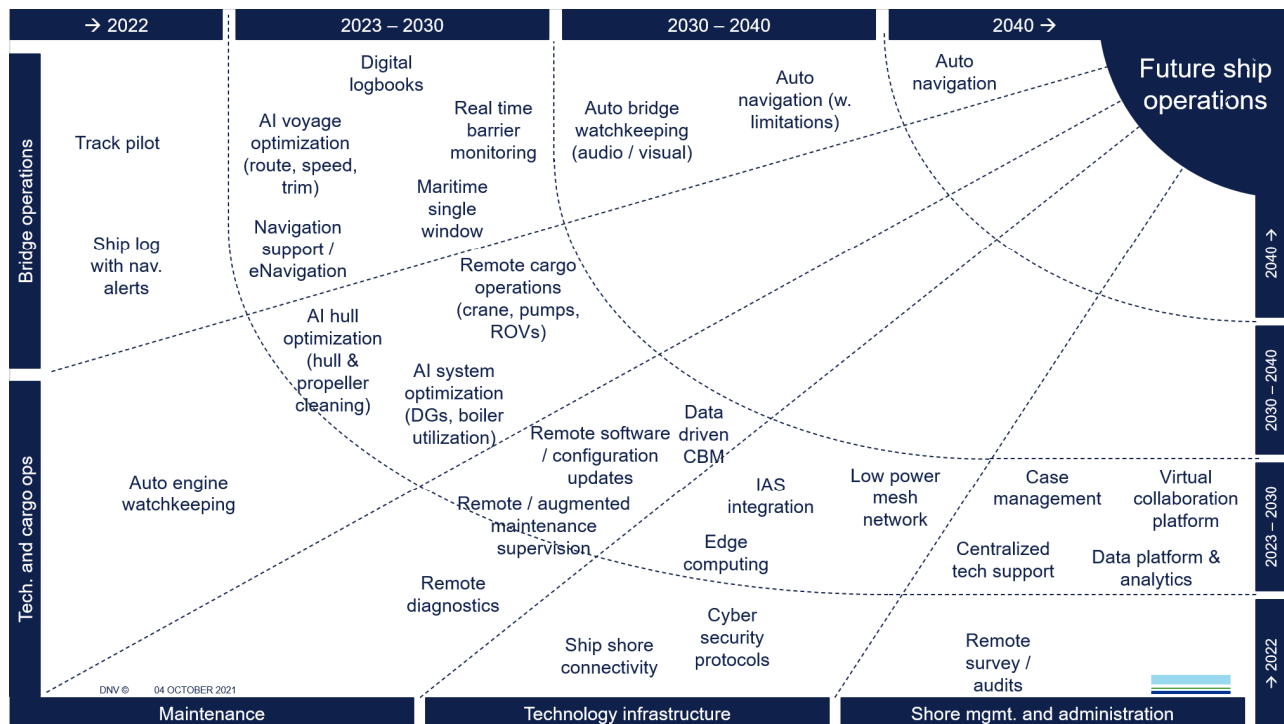
I dette kapitlet er hovedtrender innen digitalisering og transformasjon beskrevet innenfor følgende funksjoner:

- Teknologisk infrastruktur
- Brooperasjoner
- Tekniske og laste-operasjoner

¹² https://www.nrk.no/nordland/hydrogenferge_-torghatten-og-vegvesenet-skriver-kontrakt-pa-5-milliarder-1.15826581

- Teknisk integritet og systemintegrasjon
- Drift og ledelse – land

Trendbildet er også illustrert i Figur 4-5, som viser når teknologiske løsninger kan forventes å være tatt i bruk i tradisjonell skipsfart. Det påpekes at det er usikkerheter relatert til når nye teknologier kan forventes å bli tatt i bruk og at dette vil variere i stor grad både basert på segment og driftsområde. Det kan for eksempel forventes en høyere innovasjonstakt innom autonomi for fartøy, som utelukkende opererer i nasjonale farvann da regelverket er mer fleksibelt. Videre er denne oppsummeringen ikke fullstendig, men vurdert tilstrekkelige for å beskrive hovedtrendene for de neste 20–30 årene.



Figur 4-5 Digitale trender i maritim sektor. Kilde: DNV.

Teknologisk infrastruktur

Med teknologisk infrastruktur, så menes det teknologier som muliggjør videre implementering av innovative teknologiske løsninger. Ett sentralt element er dataoverføring mellom skip og land, samt teknologi for innsamling av data på tvers av systemer ombord. Kostnaden for dataoverføring mellom skip og land har gradvis blitt redusert og er i dag i de fleste tilfeller ikke lenger en hindring for implementering av nye løsninger, men et viktig aspekt som må håndteres i denne sammenheng er cyberrisiko som beskrevet kapittel i 4.3.

Data fra systemer ombord er blitt mer tilgjengelig og kan hentes ut fra automasjonssystemer via Edge-løsninger¹³ og enten brukes direkte i digitale løsninger ombord eller sendes til land for prosessering. Edge-løsninger muliggjør raskere og mer effektiv databehandling og analyse i sanntid ved å forbedre databehandlingskapasiteten (reduert forsinkelse og belastning på nettverket), bedre datasikkerheten og muliggjøre offline-funksjonalitet (databehandling og analyse uten nettverkstilgang). Lavenergi trådløse nettverk vil også bidra til å redusere kostnadene for datainnsamling på grunn av betydelige lavere å kostnader for å installere nye sensorer.

¹³ Edge computing er et begrep som refererer til å plassere databehandlingsressurser nær der data genereres, det vil se helt på kanten (derav navnet) av nettverket. I stedet for å sende all data til en sky-løsning eller et sentralt datasenter for behandling, blir dataene behandlet lokalt, enten på enheten som genererer dataene eller på en nærliggende server eller enhet.

Forbedret kommunikasjon og informasjonsutveksling mellom skip, fra skip og land, og fra land til skip er under utvikling i såkalte maritime tjenestepor porteføljer (Maritime Service Portfolios (MSPs)). Utvikling av VHF Data Exchange System (VDES) er et eksempel. VDES er under utvikling i e-navigasjon, hvor IMO og IALA har vært pådrivere [47]. Space Norway skriver om VDES at dette gir mulighet for to-veis, lavhastighetskommunikasjon med skip over hele verden. VDES opererer i det samme frekvensområdet som AIS og systemspesifikasjonen vil bli tilrettelagt for bruk over satellitt. En stor fordel er at det ikke er behov for nye antenner ombord på skip eller på land da systemet bruker eksisterende VHF-antennene. Satellittbasert re-kringkasting av AIS-meldinger gir muligheten for økt situasjonsforståelse og navigasjon i Arktis [47].

Brooperasjoner

Det er forventet betydelig digitalisering av brooperasjoner de neste 10-årene, spesielt relatert til effektivisering av administrative oppgaver, automatisering av navigering og brovakt oppgaver, samt presentasjon av informasjon for økt situasjonsforståelse. Effektivisering av administrative oppgaver som Maritime Single Window (MSW) og digitale loggbøker kan indirekte bidra til økt sjøsikkerhet da bromannskapet får frigitt tid som kan brukes på seilasplanlegging og navigasjon. Her kan e-Navigasjonsløsninger som SafeSeaNet og digitale referanseruter (routeinfo.no) utviklet av Kystverket medvirke. Dette er eksempler på viktige komponenter i e-navigasjon for å forbedre sikkerheten og effektiviteten i skipsfarten ved hjelp av elektroniske verktøy og tjenester som gjør sikkerhetsinformasjon mer oppdatert, rikere og lettere tilgjengelig for navigatøren. Utviklingen av standarder som IHO-S100 er andre eksempler på nyere arbeid som bidrar til å forbedre nøyaktigheten, påliteligheten og interoperabiliteten til hydrografisk informasjon i e-navigasjonssystemer. Vi ser også utvikling i de mindre fartøyene, med eksempelvis Mini-ECDIS, for fartøy under 24 meter, som gir hensiktsmessige tilpasninger av systemet til mindre fartøy (displaystørrelse, gjengivelse av farger, etc.).

Automatisering av navigering og brovakt oppgaver kan direkte øke sjøsikkerheten gjennom forbedret situasjonsforståelse og beslutningsstøtte. Eksempler på teknologier er avansert «objektidentifisering» ved bruk av bildegjenkjenning og LIDAR¹⁴. Videre kan det forventes at ubemannet bro blir tillatt til havs i åpne farvann, som kan bidra til økt sjøsikkerhet gjennom mer uthvilt mannskap når fartøyet navigerer i trafikkert farvann. Forbedret situasjonsforståelse kan også oppnås ved bruk av dynamiske barrieremodeller. Data fra brosystemer, stabilitetsdatamaskinen, og kontrollsystemer kan knyttes sammen og gi sanntidsinformasjon på kritiske barrierer som vil resultere i raskere korrigering av uønskede situasjoner.

Sammenstilling av dataene ved hjelp av verktøy som AR (Augmented Reality – utvidet virkelighet) og MR (Mixed Reality – blandet virkelighet) vil kunne bidra til et bedre situasjonsbilde, hvor man får en dreining fra «skjermorientering» til å få informasjon orientert i det visuelle bildet rundt fartøyet. Dette vil også kunne effektivisere brooperasjoner da det blir mindre behov for verbal kommunikasjon, og å oppsøke ulike informasjonskilder fysisk på broen.

Tekniske- og lasteoperasjoner

Økt dataoverføring mellom skip og land vil muliggjøre at enkelte operasjoner styres fra land som for eksempel fjernstyring av lastepumper, kraner eller fjernstyrt undervannsfarkoster (ROVer). Datainnsamling og prosessering om bord kan gi forbedret beslutningsstøtte for effektiv drift av utstyr og systemer. Dette inkluderer, men er ikke begrenset til optimal drift av hovedmotor og hjelpemotorer, bruk av kjeler, trim av fartøy, behov for skrogvask osv.

¹⁴ Lidar er en optisk fjernmålingsteknikk som brukes til hurtig måling av fysiske objekters posisjon (eng.: "Light Detection And Ranging")

Teknisk integritet og systemintegrasjon

Som en konsekvens av økt innovasjonstakt, så øker også kompleksiteten av skipssystemer og kontrollsystemer. Dette er særskilt tilfelle ved introduksjon av hybridløsninger hvor nye energiprodusenter (f.eks. brønselceller) og energilagringssystemer (f.eks. batteri) integreres med tradisjonelt fremdriftsmaskineri. Dette kan medføre en økning av uønskede hendelser og i verste fall økt antall blackout-situasjoner.

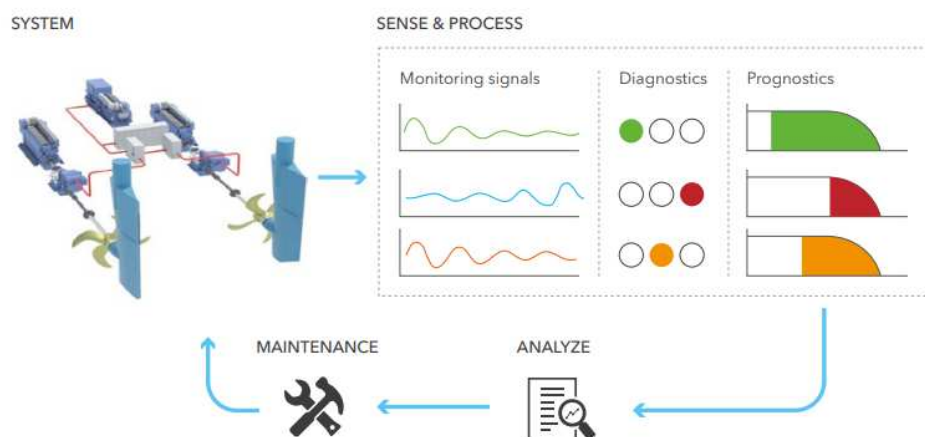
Den økte kompleksiteten øker også behovet for tettere samarbeid med utstyrsleverandører i driftsfasen. Økt mulighet for tilkobling mellom skip og land vil muliggjøre mer effektiv diagnostisering av tekniske problemer, samt oppdatering av programvare fra land. Løsninger for «utvidet virkelighet» vil hjelpe mannskapet til å utføre vedlikeholdsoppgaver som tidligere krevde at eksperter fra land besøkte skipet.

Lavenergi trådløse nettverk vil redusere installasjonskostnaden av nye sensorer betydelig. En stor økning i tilgjengelig data kombinert med økt analysekraft (maskinlæring/AI) er forventet å muliggjøre tilstandsbaserte vedlikeholdsstrategier som gir redusert nedetid av sikkerhetskritisk utstyr.

Drift og ledelse – landorganisasjon

Teknologiske løsninger som beskrevet over vil også medføre større endringer i hvordan rederier organiserer drift og ledelse av fartøyene fra land. Bruk av videokonferanseløsninger muliggjør allerede at interne og tredjeparts inspeksjoner kan utføres uten å besøke fartøyet. Økt tilgang på data på land vil gjøre det mulig å transformere virksomhet rundt mer sentraliserte funksjoner og datadrevne beslutningsprosesser organisert i et operasjonssenter. Eksempler på funksjoner som kan sentraliseres er overvåking og sammenligning av teknisk tilstand og energieffektivitet på tvers av flåten (se Figur 4-6). Behovet for mer sentraliserte funksjoner er også knyttet til den økte kompleksiteten av skipssystemer, hvor det blir vanskeligere for den tradisjonelle inspektørrollen å være ansvarlig for «alt».

Det kan også forventes at enkelte arbeidsoppgaver flyttes fra skip til land, hvor arbeidsmengden reduseres gjennom digitalisering av arbeidsprosesser og storskalaeffekter. Et eksempel på dette er bruk av brosimulatorer basert på VR-teknologi, som gjør det enklere å trene på navigasjon og skipsoperasjoner. Dette verktøyet er mer kostnadseffektivt, kompakt og tilgjengelig for loser også utenfor simulatorsentre (med stasjonære brosimulatorer), noe som muliggjør økt treningsmengde sammenlignet med de tradisjonelle stasjonære brosimulatorene [42].



Figur 4-6 Visualisering av prosess for teknisk tilstandsovervåking. Kilde: DNV.

4.3 Cyberrisiko

I det følgende vil trender innen cyberrisiko bli diskutert. Med cyberhendelser menes her hendelser som knyttes til ondsinnet aktivitet der trusselaktør benytter datamaskiner og datanettverk. Forsvarsdepartementet (2014) definerer cyberangrep (dataangrep) som handlinger i eller gjennom cyberdomenet med hensikt å skade eller påvirke personell, materiell eller konfidensialiteten, integriteten, tilgjengeligheten eller autentisiteten til et informasjonssystem» [10].

Risiko for cyberhendelser er økende, samtidig som skipseiere relativt nylig er pålagt å innarbeide cyberrisiko i sine styringssystemer. Krav fra klaseselskapene om teknisk sikring av skip mot cyberhendelser blir obligatorisk for nybygg fra 2024.

Beskrivelsene om trender og utvikling innen cyberrisiko er holdt på et overordnet nivå. For ytterligere beskrivelser og detaljer henviser vi til nylige publikasjoner som dekker denne tematikken:

- The Norwegian Maritime Cyber Resilience Centre (NORMA) - 2023 Annual Threat Assessment
- DNV - Cyber Priority 2023
- Sjøfartsdirektoratet og Kystverket (2020) - Overordnet strategi for maritim digital sikkerhet

Hvilke konsekvenser kan dataangrep få for skipstrafikken?

Innen tradisjonell informasjonsteknologi (IT), har cyberhendelser hatt en stor økning de siste årene. Konsekvensene har primært vært økonomisk tap og tap av omdømme. Cyberhendelser mot f.eks. bestillingssystemer og administrative systemer for passasjerlister, lastepapirer og seilingstillatelser kan gi økonomisk tap og forsinkelser. NORMA Cyber¹⁵ er kjent med 23 vellykkede løsepenge-angrep mot maritime enheter i 2021 og 49 vellykkede angrep i 2022 [56].

Stuxnet-hendelsen tilbake i 2010 viste at målrettede dataangrep kunne ødelegge operasjonelle systemer (OT). Stuxnet rammet det iranske atomprogrammet og ødela uran-sentrifuger. Triton viruset som ble oppdaget i 2017 var rettet mot kritiske sikkerhetssystemer innen olje -og gassindustrien [10]. Også dataangrep mot operasjonelle systemer har vist en sterk økning de siste årene. På moderne skip er det slike operasjonelle systemer som kontrollerer essensielle sikkerhetskritiske systemer som styring og propulsjon. Konsekvensen av dataangrep mot slike systemer kan gi skade på liv, miljø og materiell i tillegg til økonomisk tap og tap av omdømme.

Flere av de maritime kommunikasjonsløsningene er sårbare for dataangrep. Hverken sivile GPS signaler eller AIS signaler har beskyttelse mot modifikasjon («spoofing»). Allerede i 2013 viste forskere ved universitetet i Texas at en koffert med utstyr for å modifisere signaler for satellittnavigasjon kunne bringe et skip ut av kurs. Et eksempel på et angrep på integrerte navigasjonssystemer (INS) og elektronisk kartvisning og informasjonssystemer (ECDIS) ble presentert i en artikkel av Lund, Hareide & Jøsok (2018). Her ble det gjort en demonstrasjon ved å beskrive et proof-of-concept angrep på et fartøy, hvor skadelig programvare manipulerte GPS-koordinater /50/. Det er også vanskelig å beskytte seg mot ondsinnet forstyrrelse («jamming») av radiosignaler. Verdens største åpne jammetest ble utført på Andøya i 2022. Industri fra hele Europa deltok når Statens vegvesen, Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (NKOM) og Forsvarets forskningsinstitutt testet hvordan moderne posisjonsteknologi tåler jammeangrep. Målet med testen er økt sikkerhet og mer robuste systemer. Prosjektet er pågående.

Løsepengevirus («ransomware») er laget for å «låse» elektronisk informasjon og kreve løsepenger for å «låse opp». Et løsepengevirus som rammet IT-systemene for et kontainerselskap i 2017 medførte kostnader i størrelsesorden 300 millioner dollar¹⁶. Slettevirus («wiperware») sletter filer permanent. Om slike virus spres til operasjonelle systemer knyttet til sjøtrafikk, kan systemer slutte å fungere. Bortfall av sikkerhetskritiske systemer ombord (fremdrift, styring, brannsikring, etc.) kan i verste fall kunne få alvorlige konsekvenser.

¹⁵ The Norwegian Maritime Cyber Resilience Centre

¹⁶ <https://e24.no/naeringsliv/i/1xmay/maersk-angrepet-kostet-200300-millioner-dollar>

Styring og overvåkning av navigasjonsinnretninger, samt systemer på sjøtrafikksentraler er eksempler på systemer som kan være angrepsmål for cybertrusler. Elektroniske sjøkart kan få oppdateringer over datanett, dermed er det viktig å sikre integritet og autentisitet. Operasjonssentraler for autonome fartøy er under etablering og disse vil på sikt kunne kontrollere fartøyet. Dataangrep kan få konsekvenser som grunnstøting og kollisjon.

Hva er sannsynlighet for slike villedende hendelser?

Dataangrep knyttet til operasjonelle systemer er sterkt økende, men det er ikke kjent at disse kan knyttes direkte til maritime ulykker som grunnstøting eller kollisjon. Siden det ikke har vært relevante hendelser kan ikke sannsynligheten beregnes basert på statistikk. Det betyr likevel ikke at sannsynligheten vil være lav i fremtiden.

Sannsynligheten for dataangrep påvirkes av trusselaktørenes kapabilitet, motivasjon og muligheter (sårbarhet):

- **Kapabilitet:** Muligheter for økonomisk vinning har medført en sterk vekst i trusselaktørenes kapabilitet. Bruk av dataangrep i hybrid krigføring har også avdekket at statlige organisasjoner eller organisasjoner med støtte fra stater har mulighet til å utføre komplekse angrep. Det antas at angrepet mot kraftforsyningen i Ukraina i 2015 er utført av slike organisasjoner. En time før Russlands angrep på Ukraina, ble satellittnettverket Viasat rammet av et dataangrep.
- **Motivasjon:** Motivasjon for økonomisk vinning ved f.eks. løsepengevirus mot maritime aktører vurderes som høy. Det antas at statelige aktører involvert i krigen i Ukraina har høy motivasjon for å forstyrre/hindre olje- og gassleveranser med skip. Norsk olje- og gassproduksjon er avhengig av sjøtrafikk og tendensen går mot flytende innretninger. Politiets sikkerhetstjeneste (PST) vurderte etterretningstrusselen fra Russland mot Norge som økt i mars 2022. De pekte bl.a. på Norge som konkurrent til Russland som olje- og gassleverandør.
- **Sårbarhet:** Operasjonelle systemer har høye krav til tilgjengelighet og ytelse. Det er vanskelig å oppdatere løpende med sikkerhetsrettelser og sikkerhetsløsninger som virusbeskyttelse kan påvirke ytelse. Tidligere var systemene isolerte, men for å muliggjøre datainnsamling og fjernvedlikehold er systemene nå ofte tilknyttet datanett. Tidligere var kontrollsystemer skreddersydde løsninger mens det nå benyttes mer «hylleware». Det er komplekse leveransekjeder fra leverandører til verft.



Figur 4-7 I maritim sektor vurderer NSM, NCSC, Norges Rederiforbund og Sjøfartsdirektoratet at alle typer skip og rederienes landbaserte infrastruktur kan være sårbare for cyberhendelser [1].

Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) advarer mot å benytte statistikk for å kartlegge risiko for villete/ondsinnede hendelser. NSM anbefaler å analysere Verdi, Trussel og Sårbarhet (VTS-modellen):

- Verdi – hvilke verdier eller funksjoner må beskyttes, og hvor attraktive er våre verdier for andre?
- Trussel – hvilke aktører kan true våre interesser, hva er deres kapasitet, motivasjon og fremgangsmåte?
- Sårbarhet – hvilke eksisterende forebyggende tiltak finnes, og hvor er våre sårbarheter? Hvilke svakheter kan trusselaktørene utnytte?

Basert på VTS-modellen vurderes risiko for cyberhendelser innen maritim sektor som høy. NSM og Nasjonalt cybersikkerhetssenter (NCSC) beskriver i et informasjonsskriv «Informasjon om cyberrisiko for maritim sektor» i 2019 at maritim sektor og olje- og gasssektoren over det siste året har vært mål for målrettede kampanjer. Virksomheter må være forberedt på at aktiviteten kan fortsette på kort til mellomlang sikt [1].

DNV gjennomførte i 2022 en spørreundersøkelse innen energibransjen der 948 personer deltok fra 98 land. Av disse svarte 85 % at de forventet nedstenging grunnet cyberhendelser. 84 % forventet skade på eiendeler og infrastruktur og 57 % mente tap av liv var mulig konsekvens.

Hvilke reguleringer og standarder gjelder?

International Maritime Organization (IMO) innførte en resolusjon om at cyberrisiko skulle innarbeides i skipenes styringssystemer for sikkerhet fra 1. januar 2021. Dette kravet har medført at sektoren har forbedret rutiner, men kravene er lite konkrete og mindre fartøyer (under 500 tonn bruttotonnasje) er ikke inkludert. Skipsinspektører inspiserer styringssystemer for informasjonssikkerhet ombord og hos skipseiere i henhold til den internasjonale normen for sikkerhetsstyring (ISM-regelverket).

International Association of Classification Societies (IACS) er en medlemsorganisasjon for klasseselskaper. Mer enn 90% av verdens lastbærende skipstonnasje er dekket av medlemmene. I april 2022 lanserte IACS felles cybersikkerhet regler for skip og systemer om bord. Reglene er obligatoriske for nybygg med kontrakter signert etter 1. januar 2024. Kravene bygger på IEC 62443 standarden. De toneangivende klasseselskapene har tidligere etablert frivillige cybersikkerhet klassenotasjoner for nybygg og seilende skip.

European Union Agency for Cybersecurity (ENISA) lanserte i 2020 retningslinjer for cybersikkerhet i maritim sektor. Retningslinjene retter seg primært mot havner. EU har også lansert NIS2-direktivet for kritisk infrastruktur. Direktivet gjelder for 15 definerte sektorer deriblant transport (luft, jernbane, sjø og veg). Det stilles krav til systematisk informasjonssikkerhetsarbeid, samt varsling ved alvorlige hendelser. NIS2 direktivet bygger bl.a. på ISO 27000 standarden.

United States Coast Guard (USCG) lanserte i 2020 visjon for beskyttelse og operasjon i «cyberspace». Hensikten er å beskytte det maritime transportsystem. USCG har videre satt i gang arbeidet med å prioritere krav (profiler) for spesifikke segmenter bl.a. olje- og gasstankere, offshore fartøy og passasjerskip. Profilene bygger på National Institute of Standards and Technology (NISTs) rammeverk.

NSMs grunnprinsipper for IKT-sikkerhet definerer et sett med prinsipper og underliggende tiltak for å beskytte informasjonssystemer mot uautorisert tilgang, skade eller misbruk. Prinsippene bygger på ISO 27002. Videre har NSM utarbeidet råd og anbefalinger for løsepengeangrep.

Regjeringen lanserte Nasjonal strategi for digital sikkerhet i 2019. Sjøfartsdirektoratet og Kystverket laget et forslag til Overordnet strategi for maritim digital sikkerhet i 2020.

4.4 Kampen om havområder

Frem mot 2050 vil norske havområder se betydelig næringsutvikling og en tiltagende konkurranse om attraktive havareal. Selv om Norge har et stort tilgjengelig totalt havareal vil områder, kjennetegnet ved spesielle dybdeforhold og nærhet til land, oppleve økende grad av faste installasjoner og annen aktivitet som konkurrerer om areal. Dette kan medføre en økt sjøsikkerhetsrisiko for møtekonflikter mellom skip, skipskollisjoner og kollisjoner med faste installasjoner ettersom det potensielt blir mindre plass for skipstrafikken. Det kan også medføre en økt grunnstøtingshyppighet dersom installasjoner gjør at skipsfarten må endre ruter og seilasmønster i kystnære farvann. En ryddig sameksistens mellom ulike brukere av havet, og med miljøet, blir avgjørende de kommende tiår.

Ulike havindustrier gjør krav på areal på ulike måter. Industrier som akvakultur og energiproduksjon fra havvind og olje og gass er basert på faste installasjoner og opptar dermed areal på kontinuerlig basis over lang tid, mens aktiviteter som leting etter olje og gass, fiskeri og maritim transport har en mindre permanent bruk av havareal. Det er enklere å oppnå samspill mellom næringer som ikke er basert på faste installasjoner, f.eks. at det utføres fiske i samme områder som det letes etter olje og gass.

I DNVs rapport fra 2021 "Ocean's future to 2050", basert på en omfattende prognosemodell, gjøres en framskrivning av utvikling for alle etablerte havindustrier frem mot 2050 [33]¹⁷. Utviklingen beskrevet under bygger på resultatene fra den nevnte rapporten, samt videreføring i rapporten "Spatial competition forecast" [34].

¹⁷ Maritim trafikkutvikling er basert på Energy Transition Outlook 2022.

Utvikling for havindustrier mot 2050

Den planlagte satsningen på fornybar energi er arealkrevende. Utbygging av kapasitet fra offshore vindkraft på 420 GW i Europa frem mot 2050 vil kreve et havareal på 62 000 km² ved en gjennomsnittlig arealintensitet på 6,5 MW per km² for bunnfast havvind og 8,4 MW/km² for flytende havvind [32]. Av den totale kapasiteten, vil mer enn 80 % være bunnfaste installasjoner på dybder mindre enn 80 m mens resterende vil være flytende vindturbiner forankret på dypere vann. Nærmere 60 % av totalt installert kapasitet Europa i 2050 vil være i Nordsjøen. Hvordan samspillet mellom bunnfaste vindmøller og andre næringer vil utspille seg er fortsatt usikkert, men sameksistens med andre brukere av havet er nødvendig for å oppnå denne skaleringen.



Figur 4-8 Verdens største havvindfarm «Horns Rev» i Nordsjøen utenfor kysten av Storbritannia. Vindmølleparken har hele 165 vindmøller som gir strøm til rundt 1,4 millioner husstander i Storbritannia.

Utover offshore vindkraft vurderes andre fornybare energikilder som kan utvikles til havs, slik som offshore solenergi, bølge- og tidevannsenergi, og ved et lengre tidsperspektiv må konsekvenser av en utvikling av en eller flere av de nevnte energikilder vurderes.

Produksjon fra akvakultur vil mer enn dobles i Europa frem mot 2050 og en stor andel av veksten vil foregå offshore. Det innebærer at andre havnæringer må forholde seg til akvakultur installasjoner i havområder som tidligere ikke har hatt denne type installasjoner. I samspill med næringer beskrevet over, har vi andre arealkrevende aktiviteter uten faste installasjoner som fiskeri, skipstrafikk og olje- og gass letekonsesjoner.

Det er forventet at fiskerinæringen vil se en økning i norske farvann mot 2050 forårsaket av migrering av fiskestammer mot polene som en direkte konsekvens av klimaendringer. Selv om det er usikkert i hvilken grad denne økte fiskeriaktiviteten vil kreve utvidet areal, er økt arealbehov sannsynlig. I Nordsjøen vil fiskeriaktivitet gjøre bruk av 181 000 km², en økning fra dagens 163 000 km², mens Barentshavet er forventet å se den største økningen i fiske innenfor norsk økonomiske sone.

For skipstrafikk forventes et stabilt totalt volum på handel i europeiske havner frem mot 2050 med nedgang i våt bulk og gass handel og en tilnærmet tilsvarende oppgang på frakt av varer og tørr bulk. Det globale transportbehovet, målt som behovet for å frakte et tonn med produkter en nautisk mil, vil se en fortsatt økning frem mot 2050, fra ca. 59 000 milliarder tonn-mil i 2020 til mer enn 85 000 milliarder tonn-mil i 2050. Denne økningen på 31 % er i stor grad relatert til endrede handelsmønster spesielt for energisektoren der frakt av oljeprodukter flyttes øst og sør, bulk handel flater ut i Europa og Nord Amerika og faller kraftig i Kina og Eurasia som en konsekvens av mye lavere handel med kull [33].



Figur 4-9 Ocean Farm 1 – Verdens første offshore havmerde for oppdrett av laks. Havmerden er bygget som en fullskala pilot og utformet for å teste ut både biologiske og teknologiske sider ved å drive fiskeoppdrett til havs [16].

Volum på varer i havner globalt vil se en mindre økning, fra 19 400 millioner tonn i 2020 til 22 100 millioner tonn i 2050 der andelen til Kina vil være ca. 23% fulgt av Midt Østen inkl. Nord-Afrika og Europa. Denne utviklingen medfører at areal som benyttes til skipstrafikk i Europa vil være stabilt på i overkant av 1 000 000 km². Av dette vil i underkant av 300 000 km² være i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet med henholdsvis 61 %, 21 % og 18 % andel. Hvor skipstrafikk konkret vil foregå mot 2050 er avhengig av hvor andre havindustrier blir plassert, samlokasjon og vurdering av hva som er mest transporteffektivt.

Cruise skiller seg ut med en vekst på 50% i Europa frem mot 2050. Selv om denne økningen ikke medfører et økt arealbehov i seg selv, vil den store økningen i passasjertall kombinert med andre næringers økning i arealbehov påvirke risikobildet for skipstrafikk for skipstrafikk i farleder med cruisetrafikk.

I DNVs prognosemodell, som bygger på Energy Transition Outlook (ETO) 2022, er re-, near- eller friendshoring¹⁸ vurdert, men en har ikke gjort noen detaljert analyse på kvantitative konsekvenser på skipstrafikken utelukkende fra re- og friendshoring. Den geopolitiske driveren for relokalisering av produksjons- og handelsrelasjoner har gitt opphav til begrepet friendshoring, som innebærer at man søker å re-lokalisere slike relasjoner til land med forståelige, stabile og forutsigbare politiske og økonomiske rammevilkår [55]. Gjennomgående har dette vært vurdert de siste årene med hensyn på USA og Kina, mens krigen i Ukraina har forsterket tendensen mot re- og friendshoring i enda større grad. Hvordan dette slår ut for de ulike regionene i Europa er imidlertid et mer sammensatt tema. Typisk kan dette potensielt medføre mindre oversjøisk skipstrafikk og mer trafikk i nærskippsfart¹⁹, men det kan også føre til mindre nærskippsfart avhengig av produksjonslokasjoner og logistikkjeder.

Når det kommer til petroleumsindustrien er det estimert at areal som dedikeres til olje- og gass letekonseksjoner vil reduseres med 50% sammenliknet med i dag i forbindelse med overgangen til fornybar energi. Olje- og gass letekonseksjoner påvirker i mindre grad andre havindustrier som ikke benytter faste installasjoner og er dermed ikke like sentral i forhold til fremtidig samvirke mellom industrier og sikkerhetsbildet for skipstrafikk. En tilsvarende reduksjon er forventet for olje- og gass installasjoner fra dagens nivå på ca. 3200 km² inkludert sikkerhetssone, der Nordsjøen alene har 2600 km².

Utover næringer beskrevet over er det en uttalt målsetting å utvide marine verneområder fremover. I dag er 3,6 % av norske farvann innenfor norsk territorialgrense vernet, mens for Nordsjøen totalt sett er mer enn 20% vernet. Selv om et område er vernet, betyr ikke det nødvendigvis at annen aktivitet ekskluderes. I snitt for Europa er ca. 40% av marine verneområder helt beskyttet mot annen aktivitet. Det er en uttalt målsetting at i 2030 skal 30 % av verdenshavene være vernet. En økning vil ytterligere forsterke press og konkurranse avhengig av hvor nye verneområder er lokalisert og hvor

¹⁸ Reshoring innebærer at tidligere utflyttet produksjon flyttes tilbake til hjemlandet, near-shoring betyr at aktivitetene flyttes nærmere hjemlandet.

¹⁹ Short sea shipping.

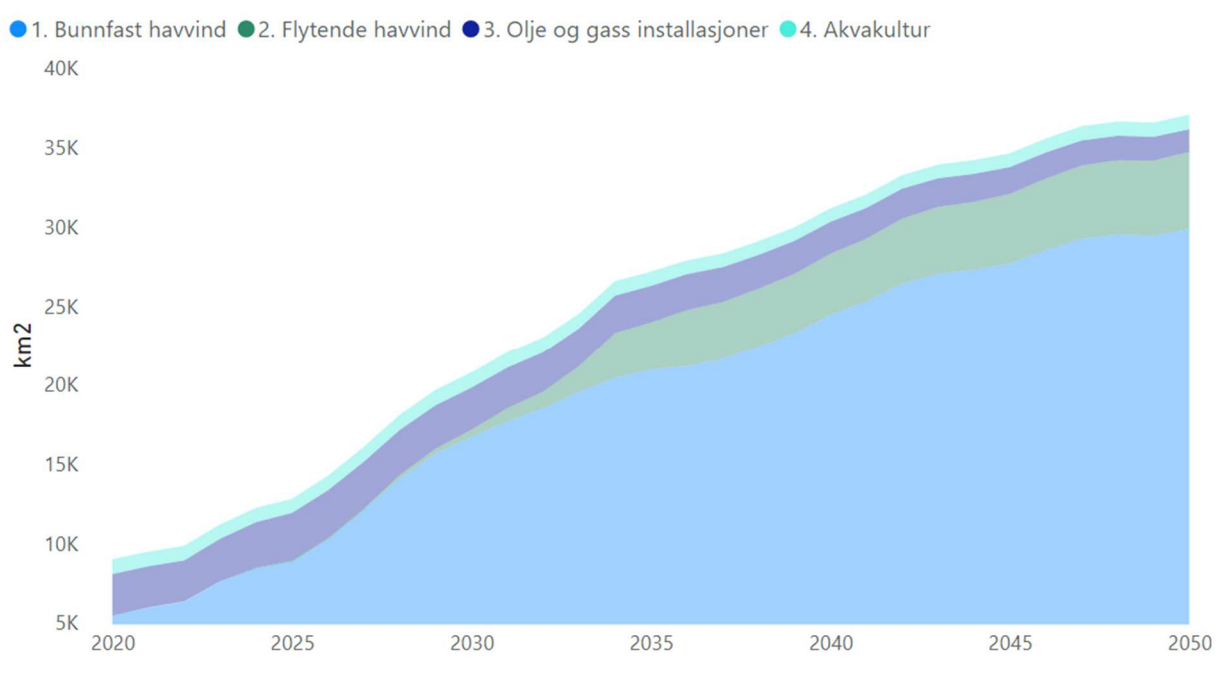
ekskluderende vernet vil bli, spesielt ift. Maritim transport. Økt vern vil uansett gi ytterligere press på andre områder som mottar økt utvikling og dette vil påvirke sikkerheten.

Norske farvann forventes å ville oppleve betydelig økning i aktivitet. Konkurransen om produktive og attraktive havområder vil kreve en helhetlig og omforent planleggingsprosess der samspill, sikkerhet og miljøhensyn må ivaretas.

Utvikling i Nordsjøen

Nordsjøen ser allerede i dag betydelig aktivitet fra matproduksjon, ved fiskeri og akvakultur produksjon i kystnære soner, som vert for sentrale farleder, som et av Europas viktigste områder for olje og gass produksjon og som en hub for den fremvoksende fornybare energiproduksjonen.

Siden Nordsjøen er attraktiv for mange industrier, bør det rettes spesielt fokus på dette havområdet med hensyn til håndtering av sameksistens og sikkerhet for skipstrafikk og andre havnæringer i årene som kommer. En sentral endring frem mot 2050 er den kraftige veksten i faste installasjoner. Figur 4-10 viser utviklingen i arealopptak fra næringer som krever faste installasjoner i Nordsjøen frem mot 2050.



Figur 4-10 Utvikling i antall kvadratkilometer benyttet til faste installasjoner i Nordsjøen frem mot 2050 for ulike næringer [34].

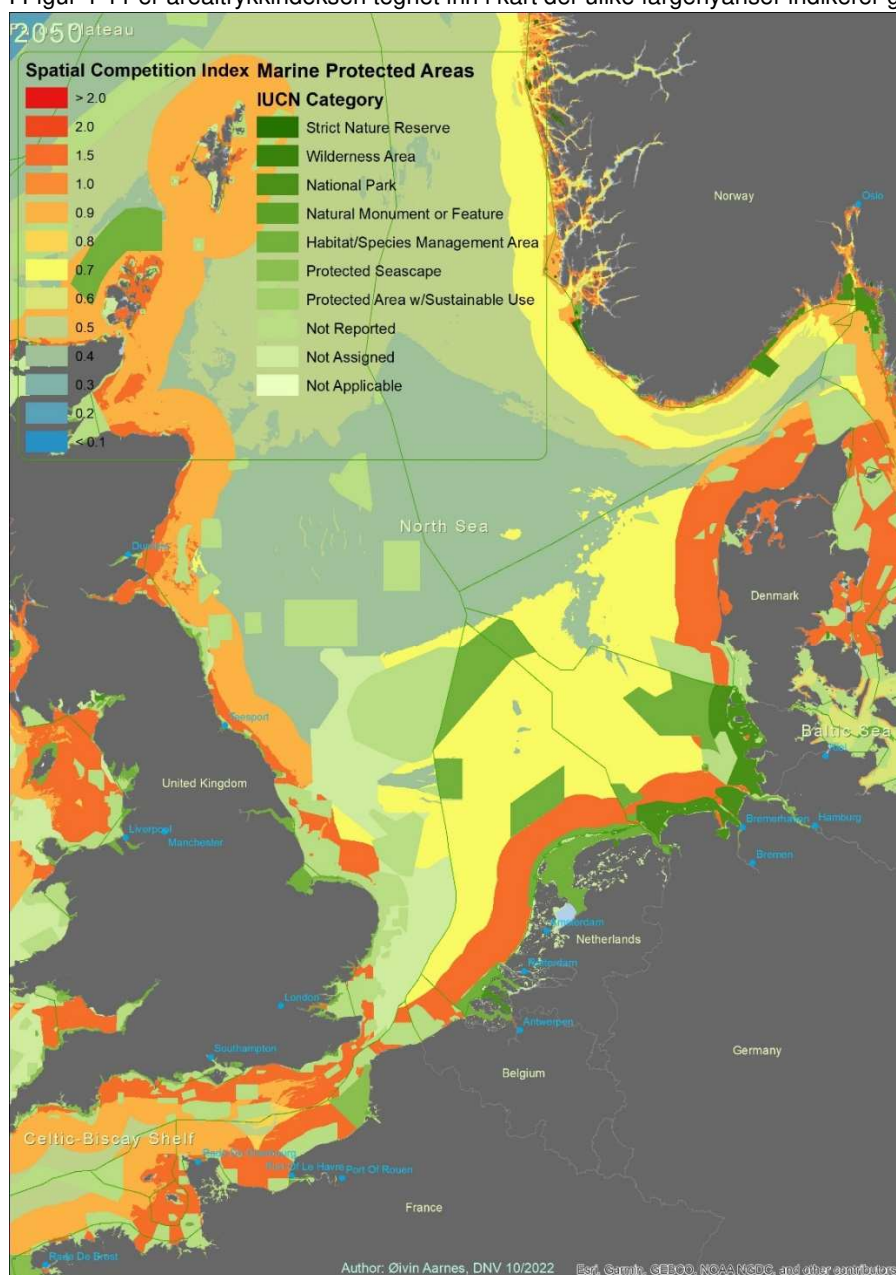
Arealtrykkindeks

For å måle grad av konkurranse om areal mellom industrier for ulike soner og havområder, har DNV utviklet en arealtrykkindeks som viser andel av havareal som har menneskelig aktivitet, eller er vernet, av tilgjengelig areal (se Tabell 4-1). Indeksen har en verdi for 15 soner for hvert havområde. Dybde er inndelt i 0 – 50 m, 50 – 100 m, 100 – 200 m, 200 – 400 m, og over 400 m, og nærhet til land i 0 – 2 km, 2 – 50 km, og mer enn 50 km. Indeksen er basert på bruttobebehov for areal, dvs. indeksen er for arealbehov gitt at det ikke eksisterer samlokalisering av havindustrier. En indeksverdi over 1 indikerer at alt areal i sonen er opptatt og at samlokalisering eller nedskalering av aktivitet er påkrevet.

For havområdene Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet ser vi følgende indeksverdier i 2050 (Tabell 4-1):

Indeksen viser en betydelig konkurranse i Nordsjøen og i 2050 vil i gjennomsnitt nærmere 80% av alt tilgjengelig areal i Nordsjøen se menneskelig aktivitet, enten i form av faste installasjoner, ved fiske, skipstrafikk eller energirelaterte konsesjoner, eller være vernet. For sonene med dybde opp til 50m og mindre enn 50km fra land vil samlokalisering eller nedskalering være påkrevet. Dette medfører et stort behov for planlegging og koordinering av aktiviteter.

I Figur 4-11 er arealtrykkindeksen tegnet inn i kart der ulike fargenyanser indikerer grad av trykk.



Figur 4-11 Arealtrykkindeks for Nordsjøen.

4.5 Regelutvikling i IMO

IMO har fokus på menneskets påvirkning på sjøsikkerhet, klima og teknologiutvikling. Dette er kommet til uttrykk gjennom flere foreslåtte endringer, og tillegg i eksisterende konvensjoner som STCW²⁰ og Polarkoden. IMO arbeider også for å oppdatere og konsolidere ytelsesstandarder for blant annet satellittnavigasjonssystemer. I IMOs strategiske plan for perioden 2018-2023 er organisatorisk og regulativ effektivitet nevnt spesifikt som strategiske retninger for organisasjonen.

I denne rapporten har vi hovedsakelig hatt fokus på IMOs underkomité for navigasjon-, kommunikasjon og søk og redning (NCSR)²¹. Relevante tiltak for sjøsikkerhetsanalysen som det jobbes med i denne komiteen er listet under. Merk at tiltak som ikke spesifikt angår norske farvann, samt SAR, ikke er omtalt i denne analysen ettersom fokus er på forebyggende sjøsikkerhet i norske områder. Komplette liste over tiltak er presentert i Vedlegg A, hvor det også er gjengitt IMOs estimer på ferdigstillelse av arbeidene.

Tiltakene som beskrives i denne rapporten er:

- Harmonisere beskrivelser av maritime tjenester i e-navigasjon
- Utvikling av generiske ytelsesstandarder for systemer som bruker satellittnavigasjon
- Det menneskelige elementet
- Revisjon av veiledning for god praksis i bruk av elektronisk kart og informasjonssystem (ECDIS) og endringer i ECDIS ytelsesstandarder
- Oppdateringer av overvåkningssystemet (LRIT)²²
- Sjøsikkerhetstiltak for ikke-SOLAS skip som opererer i polare farvann
- Arbeid tilknyttet den nye polarkoden

Forrige møte i IMOs Maritime Safety Committee (MSC 105) ble avholdt i november 2022. MSC er en av IMOs fem hovedkomitéer som blant annet støttes opp av NSCR. Noen relevante fokusområder for arbeidet i sjøsikkerhetsanalysen er:

- Modernisert Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
- Regelverk for innenriksferjer
- Autonome fartøy
- Formidling av MSI-informasjon gjennom flere GMDSS-ankjente mobile satellittjenester

I tillegg nevnes det at IMOs underkomité Carriage of Cargoes and Containers (CCC) jobber med regelutvikling for alternative drivstoff. Deres siste møte ble holdt 14-23 September 2022, der ble midlertidige retningslinjer for bruk av LPG som drivstoff, samt oppdateringer av IGF-koden (for skip som bruker drivstoff med lavt flammepunkt) ferdigstilt. En oppsummering av deres fokus i videre arbeid er gitt under:

- Midlertidige retningslinjer (Interim Guidelines) for bruk av ammoniakk som drivstoff. Mål om ferdigstillelse innen 2023. Merk at noen klasseselskapet allerede har klassenotasjon for ammoniakk-drevne skip.

²⁰ Den internasjonale konvensjon om normer for opplæring, sertifikater og vakthold for sjøfolk, 1978

²¹ NCSR ligger under IMOs Maritime Safety Committee (MSC)

²² Long Range Identification and Tracking (LRIT)

- Midlertidige retningslinjer (Interim Guidelines) for bruk av hydrogen som drivstoff. Merk at det foreligger midlertidige retningslinjer for brenselceller (IMO Interim Guidelines og klassenotasjoner), men dette dekker ikke lagring og prosessering av hydrogen. Arbeidet gjelder komprimert og flytende hydrogen.
- Midlertidige retningslinjer for bruk av oljer med flammepunkt mellom 52°C og 60°C ble ikke diskutert i detalj, men arbeidet vil fortsette i en korrespondansegruppe som rapporterer til CCC 9 i 2023.
- Oppdateringer av (International Code of Safety for Ships Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels (IGF-koden) for skip som bruker drivstoff med lavt flammepunkt, samt oppdateringer i International Maritime Dangerous Goods (IMDG) og International Maritime Solid Bulk Cargoes (IMSBC) kodene.

I de følgende seksjonene er noen av de mest relevante arbeidene og tiltakene beskrevet mer i detalj. For ytterligere detaljer henvises det til rapporter og møtereferater for de ulike komiteene på IMO sine hjemmesider²³.

Harmonisere beskrivelser av maritime tjenester i e-navigasjon

I april 2022 la IMOs underkomite for navigasjon, kommunikasjon og SAR²⁴ frem et forslag om at man skulle arbeide mot å harmonisere beskrivelser av maritime tjenester for e-navigering²⁵ [18]. Harmoniseringen skulle lede til felles beskrivelser av tjenestenes struktur, dataformat og lignende. Dette gjøres for å gjøre systemer fra flere aktører mer compatible med hverandre. IMO vil vurdere beskrivelsene av maritime tjenester for e-navigering slik at de tydeliggjør hva tjenestene faktisk leverer eller er ment å levere. Beskrivelsene skal også oppdateres til å stemme overens med teknologiske fremskritt som er gjort til nå. Det vil også gjøres fortløpende oppdateringer fremover ved behov. Hensikten er å øke sikkerhet knyttet til navigering og motivere for bærekraftig skipsfart [18].

Utvikling av generiske ytelsesstandarder for systemer som bruker satellittnavigasjon²⁶

IMOs underkomite for navigering, kommunikasjon og SAR er blitt gjort oppmerksom på at satellittnavigasjonssystemer som brukes i dag er blitt utviklet i et høyere tempo enn IMOs beskrivelser av ytelsesstandarder [19]. IMO ønsker derfor å gjennomgå standardene og oppdatere de til å gjelde på et mer generelt grunnlag for alle satellittnavigasjonssystemer, slik at de kontinuerlige oppdateringene videre ikke vil kreve like mye arbeid. Systemspesifikke standarder vil utarbeides der det er behov [19].

Dette gjøres for å øke sikkerheten og sørge for at systemer fra flere aktører er compatible med hverandre. Oppdateringene av ytelsesstandardene er særlig tilknyttet systemer som angir posisjon, tid-, og hastighetsdata, samt annen informasjon tilknyttet behov på bro. Eksempler på slike systemer er automatisk identifikasjonssystem (AIS), geografisk informasjonssystem og elektronisk sjøkartsystem (ECDIS), Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS), Inertial Navigation (INS) og Long Range Identification and Tracking (LRIT). Standarder for navigasjonsrelaterte symboler, begrep, uttrykk og forkortelser vil også gjennomgås [19].

²³ <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MSC-Default.aspx>

²⁴ Search and rescue (SAR)

²⁵ IMO: Consideration of descriptions of Maritime Services in the context of e-navigation

²⁶ IMO: Development of generic performance standards for shipborne satellite navigation system receivers equipment

Det menneskelige elementet²⁷

IMO anerkjenner at den menneskelige faktoren er den største medvirkende årsaken til ulykker til sjøs [20]. IMO ønsker derfor, i samarbeid med andre aktører i den maritime bransjen, å øke fokuset på det menneskelige elementet og dets påvirkning på sjøsikkerheten, herunder aktivitet tilknyttet mannskap, landbasert personell, regulerende organer, og verft. IMOs strategiske plan (2018-2023) har økt fokus på hvordan mennesker og sjøsikkerhet påvirker hverandre [20].

Konkrete tiltak som gjøres er å revidere den internasjonale konvensjon om normer for opplæring, sertifikater og vakthold for sjøfolk (STCW-konvensjonen 1978). Dette gjøres ved å analysere utfordringer ved implementeringen av konvensjonen, tilrettelegge for compatible systemer for kommunikasjon og automatisering, menneskets rolle i utviklingen av lovverk i forbindelse med autonome skip, samt økt fokus på samarbeid med flere organer i FN, spesielt den internasjonale arbeidsorganisasjonen (ILO). IMOs arbeidsgruppe har også diskutert om man bør inkludere tidligere dødsulykker grunnet menneskelig feil i pensum på STCW-relaterte kurs for sjøfolk for å øke fokuset på menneskets avgjørende rolle for sjøsikkerhet [21].

I februar 2022 ble IMOs underkomite for det menneskelige element og maritim utdanning samlet for å diskutere forskjellige forslag for å øke sjøsikkerheten. Også her var det bred enighet om at all kursing og trening relatert til STCW bør gjennomgås og oppdateres slik at man styrker fokuset på menneskets rolle, begrensninger og styrker. Et hovedpoeng var at kursmodellene skulle bli enda bedre til å bruke tidligere ulykker og uønskede hendelser i pensum [20].

Revisjon av veiledning for god praksis i bruk av ECDIS og endringer i ECDIS ytelsesstandarder²⁸

I april 2022 gikk IMO, i samarbeid med IHO (International Hydrographic Organization) gjennom ulike forslag om å utbedre ECDIS slik at det vil være i tråd med standarder satt av IHO [24]. Når systemet er oppdatert vil det kunne fortsette å brukes til å møte de krav SOLAS har i forbindelse med trygg navigering. Revisjonen skal også gjøre det lettere for redere å vite når deres ECDIS må oppdateres, hvordan og på hvilken måte. Det ble også diskutert hvordan operatører må kunne få et overslag for hvor lang tid en eventuell oppdatering vil ta [24].

Oppdateringer av overvåkningssystemet LRIT²⁹

Det er fremmet forslag om å endre overføringsintervallet til og fra LRIT-systemet uten at LRIT-systemene ombord på skip må oppdateres eller rekonfigureres [27]. Dette gjøres på bakgrunn av at land som Kina, Korea og Russland opplevde problemer med tilkobling til IP-adresser i USA i forbindelse med et havari. Oppdateringer rundt overføringsintervaller er lagt frem som forslag for å unngå slike tilkoblingsproblemer [27].

Sjøsikkerhetstiltak for ikke-SOLAS skip som opererer i polare farvann³⁰

I mars 2022 la IMOs underkomite for navigasjon, kommunikasjon og SAR frem forslag om å utvikle lovverket som skal gjelde for skip som ikke omfattes av SOLAS [28]. Dette gjelder fiskefartøy større eller lik 24 m, fritidsfartøy på 300 BT eller mer som ikke brukes i en handelssammenheng og lastefartøy mellom 300 og 500 BT som seiler i polare farvann (I-A i Polarkoden). Tilleggene beskriver blant annet krav om:

- Funksjonelt navigasjonsutstyr
- At skip skal kunne detektere is i mørket

²⁷IMO: Role of the human element

²⁸IMO: Revision of ECDIS Guidance for good practice (MSC.1/Circ.1503/Rev.1) and amendments to ECDIS performance standards (resolution MSC.232(82))

²⁹IMO: Updates to the LRIT system

³⁰IMO: Safety measures for non-SOLAS ships operating in polar waters

- Kunne motta varsler om isforhold og annen informasjon som er viktig for sjø- og navigasjonssikkerhet.
- Øke mannskaps kunnskap og kompetanse rundt planlegging av, og forberedelser til seilaser i polare farvann.

Jurisdiksjonen til flaggstaten, hvis polare farvann man seiler, skal ikke gå på bekostning av tilleggene i polarkoden. Dette gjelder hovedsakelig for arktiske farvann.

Modernisert Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)

Under MSCs møte i april 2022 ble det vedtatt flere endringer ved GMDSS for å fullføre arbeidet med å modernisere systemet i tråd med den teknologiske utviklingen. Dette gjøres for å sikre fremtidig bruk av GMDSS samtidig som man faser ut krav som ikke lenger er relevante. Det ble også vedtatt endringer som skal bidra til å utforme retningslinjer og standarder for ytelseskrav for utstyr tilknyttet bruk av GMDSS. Endringene er forventet å tre i kraft fra 1. januar 2024 [35].

Regelverk for innenriksferjer

På møte i april 2022 vedtok MSC et sett rammebetingelser med forskrifter og reguleringer for innenlands/innenriks fergeaktivitet. Rammebetingelsene dekker flere utfordringer, deriblant sikkerhetsstyring, navigasjons- og kommunikasjonsutstyr, utstyr for SAR og bemanning. Hvert enkelt land kan implementere reguleringene slik at det er i tråd med deres eksisterende lovverk [35].

Autonome fartøy

IMO har startet arbeidet med å utvikle en ikke-obligatorisk kode med reguleringer for operasjon av maritime autonome overflateskip. Hensikten er å se den ikke-obligatoriske koden fungerer i praksis, for så å bruke disse erfaringene til å etter hvert utvikle et obligatorisk regelverk i en ny kode. Den obligatoriske koden forventes å tre i kraft 1. januar 2028. IMO har satt en egen arbeidsgruppe til dette arbeidet som skal oppdatere IMO jevnlig om sin progresjon [35].

Formidling av MSI-informasjon gjennom flere GMDSS-ankjente mobile satellittjenester

MSC anerkjenner at formidling og mottak av MSI og SAR-informasjon til skip er sentralt for sjøsikkerheten og at slik informasjon er en del av GMDSS. MSC vurderer obligatorisk bruk av GMDSS-ankjente satellittjenester for formidling av MSI-informasjon i de områdene hvor tjenestene tilbys, samt hvordan man skal håndtere kostnadsimplikasjoner for slike tjenesteleverandører. MSC oppfordret tjenesteleverandører til å arbeide mot å fremskynde bruken av deres tjenester i områdene de skal dekke. Underkomiteen NCSR ble også bedt om å fortsette å vurdere ulike tekniske løsninger for formidling og mottak av MSI- og SAR-relatert informasjon over flere tjenester [35].

e-Navigasjon

Siden 2006 har IMO, i samarbeid med medlemsland, andre internasjonale organisasjoner og representanter fra næringslivet, arbeidet mot å utvikle e-navigasjon. IMO definerer e-navigasjon som: "Harmonisert innsamling, integrering, utveksling, presentasjon og analyse av maritim informasjon ombord og på land ved hjelp av elektroniske midler for å forbedre navigasjon fra kai til kai og relaterte tjenester for sikkerhet til sjøs og beskyttelse av det marine miljø" [36].

E-navigasjon skal i hovedsak bidra til å møte dagens og morgendagens behov og øke sjøsikkerheten gjennom bedre, digital informasjonsformidling og infrastruktur, harmoniserte systemer, legge til rette for økt samarbeid mellom land og sjø, redusere det administrative arbeidet tilknyttet maritim aktivitet og øke effektiviteten i sjøtransport [36].

IMO utformet i 2014 en plan for implementering av e-navigasjon, Strategy Implementation Plan (SIP), hvor fem satsningsområder er presentert. Planen ble sist oppdatert i 2018 [37].

- S1: Forbedret, harmonisert og brukervennlig brodesign
- S2: Midler for standardisert og automatisert rapportering
- S3: Forbedret pålitelighet, holdbarhet og integritet av broutstyr og navigasjonsinformasjon
- S4: Integrering og presentasjon av tilgjengelig informasjon i grafiske skjermer mottatt via kommunikasjonsutstyr
- S5: Forbedret kommunikasjon fra VTS (ikke begrenset til kun VTS)

Dersom man oppdager nye utfordringer eller aktuelle satsningsområder underveis i prosessen vil disse legges til i planen.

Arbeid tilknyttet den nye polarkoden³¹

I IMO jobbes det med ulike utfordringer knyttet til implementeringen av den nye polarkoden, og etterlevelsen av denne. En oppsummering av noe relevante utfordringene er listet under [31].

Utfordringer som angår lovverk og regulering:

- Etterlevelse av krav i polarkodesertifikatet.
- Utfordringer med å tolke polarkodens målbaserte krav.
- Mangel på erfaring, informasjon/data og vurdering av effekten ved bruk av POLARIS-verktøyet for å bestemme et skips operasjonsevne og begrensning i is.
- Geografisk begrensning av området for Polarkoden – mulighet for utvidelse til å inkludere andre områder med høy trafikk tetthet og isforhold.
- Polarkoden eller nye lovverk dekker ikke små båter som driver med kommersiell passasjertrafikk i Arktis

Utfordringer under operasjon:

- Ising, fjerning av isdannelse og problemer med stabilitet
- Vanskeligheter med å få data for å definere dagens laveste temperatur for definering av Mean Daily Low Temperature (LMDLT)
- Dataforbindelse for å dekke behovet for å motta vær og is observasjoner som er obligatorisk.
- Kommunikasjonssystemer og datatilgjengelighet bør harmoniseres, og veiledning om kommunikasjon på høye breddegrader.
- Ytterligere veiledning om livredningsutstyr og ordninger for skip i polare farvann, inkludert tilgang på redningsressurser, samt hensyn for å forbli ombord i potensielt fem dager i tilfelle en redningssituasjon (toalett, ventilasjon, utilstrekkelig plass, kommunikasjon, mat og vann, osv.).
- Mangel på data for reiseplanlegging, spesielt hydrografiske data, sjøisdata, marine pattedyrbestander og marine verneområder.

³¹ IMO: Consequential work related to the new International Code for Ships Operating in Polar Waters

- Bemanning og opplæring av skipsførere og mannskaper, inkludert manglende mannskapserfaring innen polare regioner, og behovet for enklere publikasjoner rettet mot mannskap med lavere rang (ikke bare dekksoffiserer).

4.6 Globale kriser, «sorte svaner» og «perfekte stormer»

En global krise er en situasjon som påvirker hele verden, enten direkte eller indirekte, og som kan ha alvorlige og omfattende konsekvenser for samfunn og økonomier over hele kloden. En global krise kan være forårsaket av en rekke faktorer, for eksempel naturkatastrofer, økonomisk sammenbrudd, pandemier, krig og konflikter, og klimaendringer. De siste årene har globale kriser som Covid-19-pandemien hatt betydelige konsekvenser for skipsfarten nasjonalt, og spesielt internasjonalt. Under pandemien ble handelsmønstre endret grunnet restriksjoner på import og eksport (stengte landegrenser), nedstenginger i samfunnet generelt reduserte etterspørselen av varer og tjenester, og utenlandske sjøfolk fikk det vanskelig å komme seg til og fra skip på grunn av reiserestriksjoner og karantenebestemmelser.

Det er ikke identifisert noen signifikante endringer i ulykkeshyppigheten globalt eller nasjonalt som følge av pandemien, men her er det behov for å analysere lengre tidsserier (før og etter), samt foreta mer detaljerte studier. Pandemien medførte likevel betydelige negative virkninger på sjøfolk, med ettervirkninger som vi kanskje ikke har fått den fulle oversikten over ennå. Det psykososiale arbeidsmiljøet ble sterkt påvirket, spesielt i den internasjonale skipsfarten, hvor reiserestriksjoner og karantenebestemmelser har tvunget mannskap borte fra familie og venner i lengre perioder. Rederier måtte forlenge kontraktene til de seilende med flere måneder, som påvirket deres mentale helse. Separert fra familier, for det meste begrenset til små lugarer, og uten åpenbare rettsmidler opplevde sjøfolk en mer ekstrem versjon av nedstengningen, som har fått folk til å falle inn i depresjon [51]. Dette er blant annet dokumentert i en studie som ble presentert i 2022, som undersøkte effektene av pandemien på mannskaps mentale helse og tretthet (fatigue). Undersøkelsessvar fra 622 mannskap på internasjonale fartøy ble analysert. Funnene tydet på at virkningen av pandemien økte sjøfolks tretthet og psykiske helseproblemer [53]. Viktigheten av fokus på mental/psykologisk stress så vi også i årsaksanalysen, der samlet bidrag fra fysisk, og psykisk stress, og kapasitet gikk igjen i 25 % av navigasjonsulykkene som bakenforliggende årsak³².

De siste års sikkerhetspolitiske situasjon med krigen i Ukraina, har vist hvor utfordrende det kan være å vurdere potensielle trusler (som geopolitiske konflikter, territorielle krav, økonomiske interesser eller ideologiske forskjeller) og sannsynligheten for at disse truslene vil materialisere seg i en væpnet konflikt. Det må også nevnes at reshoring, som er omtalt i kapitlet om «kampen om havområder», også er en konsekvens av endrede sikkerhetspolitiske situasjoner, og som potensielt kan påvirke skipsfarten i fremtiden. Dette er eksempler på risikoer som til en stor grad er uforutsigbare og dynamiske (endres over tid). Kystverket har kommentert at den pågående krigen i Ukraina har ført til et økt fokus på samfunns- og datasikkerhet [32]. Flere av Kystverkets tjenester er viktig i et samfunnsikkerhetsmessig perspektiv. Økt militær tilstedeværelse kan også potensielt gi flere møtekonflikter mellom militære og kommersielle fartøy. Globalt har det vært flere skipskollisjoner som har involvert militærfartøy de seneste årene³³, selv om disse ikke kan sies å være relatert til pågående konflikter eller kriger. Risiko for sabotasjer angår også transportsektoren, herunder transport av olje og gass med skip, dette inkluderer også villedige hendelser som sabotasjer, eller terror, som utad skal se ut som ordinære ulykker.

To metaforer, «Sorte svaner» og «perfekte stormer» brukes for å beskrive det utenkelige eller det ekstremt usannsynlige. Sorte svaner er hendelser som vi ikke hadde tenkt på eller visste om, som vi så bort fra eller som var ansett som noe som ikke kunne skje. «Sorte svaner» kalles også «unknown unknowns» og referer til epistemisk usikkerhet (kunnskapsrelatert). Imens «perfekte stormer» kan anses som «known unknowns», det vil si en sjelden hendelse som man vet er mulig, men ingen vet når eller om den vil skje. I en «perfekt storm» er fenomenene kjente og vi kan ha presise sannsynligheter og relevant statistikk (om frekvens), men sannsynligheten for at den inntreffer anses svært liten. Usikkerheten er i denne sammenhengen aleatorisk, dvs. den beskriver variasjon og modelleres ved hjelp av

³² Oppdatert årsaksmodell for farledsbevisseilaser.

³³ USS Fitzgerald og MV ACX Crystal skipskollisjon i 2017, USS John S. McCain og Alnic MC skipskollisjon i 2017 og Ice Rose og russisk fregatt skipskollisjon i 2020,

sannsynlighetsmodeller. Felles for «sorte svaner» og «perfekte stormer» er at de kun i retrospekt anses som forklarlig og forutsigbare. Offshore Norge publiserte i 2017 en rapport fra prosjektet «Sorte svaner – Et utvidet perspektiv på risiko» for å vekke oppmerksomhet og aktsomhet i forhold til den usikkerhet og risiko som alltid vil være knyttet til virksomheten i olje- og gassindustrien [39].

I tradisjonelle/klassiske risikoanalyser, identifiserer og evaluerer man risiko basert på tidligere erfaringer eller historisk data. Imidlertid er disruptive hendelser (som sorte svaner og perfekte stormer nevnt over) i sin natur uforutsigbare da de ikke har inntruffet før. De oppstår ofte i komplekse og sammenkoblede systemer som er vanskelige å fullt ut forstå og å modellere. Dessuten spiller eksterne faktorer (utenfor organisasjoners eller enkeltpersoners kontroll) som globale pandemier, naturkatastrofer og/eller politisk ustabilitet, en betydelig rolle i årsakssammenhengen.

Det er alltid underforstått når vi snakker om slike hendelser at konsekvensene er alvorlige. Blant annet påpeker Cruiseutvalgets rapport fra 2022 på en rekke utfordringer basert på erfaringene fra nestenulykken med Viking Sky på Hustadvika i 2019. Om en lignende ulykke (grunnstøting) inntreffer på Svalbard og de identifiserte risikoene slår til vil en «perfekt storm» ikke være mulig å håndtere i beredskapssammenheng. Selv om sannsynligheten er liten, kan man ikke ignorere den.

I lys av disruptive hendelser er det viktig å ta hensyn til kunnskapsdimensjonen (redusere den epistemiske usikkerheten) og det uforutsette i forbindelse med risikoanalyser. Flere eksperter innenfor risikofaget/risikovitenskap peker på behovet for en utvidet risikotankegang basert på ideer fra High Reliability Organisations (HROs). HRO perspektiver gir grunnlag for en mer dynamisk risikoforståelse med vekt på robusthet og resiliens (motstandsdyktighet). HRO karakteriseres blant annet ved:

- Identifisering og registrering av hendelser
- Motvilje mot å forenkle tolkninger og analyser
- Dynamisk overvåkning, ser små elementers plass i det store risikobildet
- Forpliktelse til motstandsdyktighet. Feil vil skje, men HRO-er blir ikke lammet av dem.
- Respekt for ekspertisen i organisasjonen

5 REFERANSER

- /1/ Nasjonal Sikkerhetsmyndighet (2019) Informasjon om cyberrisiko for maritim sektor
https://rederi.no/globalassets/dokumenter/alle/fagomrader/beredskap/maritim_sektor_nor-002.pdf
- /2/ DFØ, Miljødirektoratet og Sjøfartsdirektoratet (2022). *Lav- og nullutslippskrav ved anskaffelse av ferger og hurtigbåter*.
<https://dfo.no/rapporter/lav-og-nullutslippskrav-ved-anskaffelse-av-ferger-og-hurtigbater>
- /3/ DNV (2021a). *Assessment of the Impact on the Fleet of Short-Term GHG Measures*. DNV Report No 2021-0262, Rev. 0. Issued in MEPC 76/INF.68/Add.1 to the International Maritime Organisation. www.dnv.com.
- /4/ DNV (2021b). *Maritime Forecast to 2050*.
- /5/ DNV (2022a). *Maritime Forecast to 2050*.
- /6/ DNV (2022b). *Barometer for grønn omstilling av skipsfarten 2021*. Rapport for Klima- og miljødepartementet (KLD).
- /7/ DNV (2022c). *Prognoser for utvikling i drivstoffopptak 2026-2060*. Rapportnr. 2022-1097 for Kystverket.
- /8/ IMO (2020). *Fourth IMO GHG Study 2020*. London: International Maritime Organization.
<https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Fourth-IMO-Greenhouse-Gas-Study-2020.aspx>
- /9/ SSB (2021). *Statistisk Sentralbyrå*. Hentet fra Utslipp til luft i Nor-e - November 2021:
<https://www.ssb.no/natur-og-miljo/forurensning-og-klima/statistikk/utslipp-til-luft>
- /10/ Krigsskolen (2017) Cyberangr-p - En risiko for Norge?
[https://fhs.brage.unit.no/fhs-xmlui/bitstream/handle/11250/2452303/2017-04-03%20\(U\)%20Bekkevang,%20Kull%20Krebs,%20Bacheloroppgave.pdf?sequence=1](https://fhs.brage.unit.no/fhs-xmlui/bitstream/handle/11250/2452303/2017-04-03%20(U)%20Bekkevang,%20Kull%20Krebs,%20Bacheloroppgave.pdf?sequence=1)
- /11/ IMO (2018) Initial IMO strategy on reduction of GHG emissions from ships. MEPC 72/17/Add.1 Annex 11.
[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC_304\(72\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC_304(72).pdf)
- /12/ UNFCCC (2018) World Nations Agree to At Least Halve Shipping Emissions by 2050
<https://unfccc.int/news/world-nations-agree-to-at-least-halve-shipping-emissions-by-2050>
- /13/ IMO (2018) Data collection system for fuel oil consumption of ships
<https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Data-Collection-System.aspx>
- /14/ Regjeringen: EU/EØS og energi
https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/eueos_og_energi/id1005/
- /15/ Norges Rederiforbund - Klima & miljø
<https://rederi.no/om-oss/fagomrader/naringspolitikk/rammebetingelser/>

- /16/ SalMar (2022) Havbasert fiskeoppdrett.
<https://www.salmar.no/havbasert-fiskeoppdrett-en-ny-aera/>
- /17/ IMO (2022) LIST OF OUTPUTS 2022-2023. Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue (NCSR).
- /18/ IMO (2022) 2.11 Consideration of descriptions of Maritime Services in the context of e-navigation. Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue (NCSR).
- /19/ IMO (2022) 2.12 Development of generic performance standards for shipborne satellite navigation system receiver equipment. Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue (NCSR).
- /20/ IMO (2022) Report of the Working group on Human Element and Maritime Training
- /21/ IMO (2022) The Human Element [Human Element \(imo.org\)](https://www.imo.org/publications/human-element/)
- /22/ IMO (2022) Vision, Principles and Goals [Vision, Principles and Goals \(imo.org\)](https://www.imo.org/publications/vision-principles-and-goals/)
- /23/ IMO (2022) 6.2 Validated model training courses. Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue (NCSR).
- /24/ IMO (2022) 7.14 Revision of ECDIS Guidance for good practice (MSC.1/Circ.1503/Rev.1) and amendments to ECDIS performance standards (resolution MSC.232(82)). Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue (NCSR).
- /25/ IMO (2022) Maritime Safety Committee (MSC 105), 20-29 April 2022. Maritime Safety Committee.
- /26/ IMO (2022) 7.22 Routing measures and mandatory ship reporting systems. Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue (NCSR).
- /27/ IMO (2022) Updates to the LRIT system. Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue (NCSR).
- /28/ IMO (2022) 7.35 Safety measures for non-SOLAS ships operating in polar waters. Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue (NCSR).
- /29/ IMO (2022) Implementing of the Polar Code. Maritime Safety Committee.
- /30/ IMO (2022) Consequential work related to the International Code for Ships Operating in Polar Waters. Maritime Safety Committee.
- /31/ IMO (2022) Implementation of the Polar Code. Submitted by WWF. MSC 106/18/4 30 August 2022.
- /32/ Kystverket (2022) Felles forståelse for drivkrefter. Saksnnummer 2021/5589.
- /33/ DNV (2022) Ocean's Future to 2050, A sectoral and regional forecast of the Blue Economy
https://www.dnv.com/publications/ocean-s-future-to-2050-report-213872?_ga=2.145672882.744450505.1666684102-645657553.1644994991
- /34/ DNV (2022) Ocean's Future to 2050, Spatial Competition Forecast [in press]
- /35/ IMO (2022) Maritime Safety Committee (MSC 105), 20-29 April 2022.
[Maritime Safety Committee \(MSC 105\), 20-29 April 2022 \(imo.org\)](https://www.imo.org/publications/maritime-safety-committee-msc-105-20-29-april-2022/)
- /36/ IMO (2022) E-navigation [E-navigation \(imo.org\)](https://www.imo.org/publications/e-navigation/)
- /37/ IMO (2018) Maritime Safety Committee (MSC.1/Circ. 1595)
[MSC.1-Circ.15-5 - E-Navigation Strategy Implementation Pl-n - Update 1 \(Secretariat\) \(2\).pdf \(imo.org\)](https://www.imo.org/publications/msc-1-circ-15-5-e-navigation-strategy-implementation-pl-n-update-1-secretariat-2.pdf)

- EU (2022) *Fit for 55 package: Council reaches general approaches relating to emissions reductions and their social impacts*. Pressemelding
 /38/ <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/06/29/fit-for-55-council-reaches-general-approaches-relating-to-emissions-reductions-and-removals-and-their-social-impacts/>
- Offshore Norge (2017) *Sorte svaner – Et utvidet perspektiv på risiko*.
 /39/ <https://offshorenorge.no/contentassets/fed3b54a323d4b02850cc6417d4edec1/sorte-svaner-rapport.pdf>
- NOU (2022) *Cruisetraffikk i norske farvann og tilgrensende havområder Sjøsikkerhet, beredskap og redning – utfordringer og anbefalinger Utredning fra et utvalg oppnevnt ved kongelig resolusjon 19. juni 2020 Avgitt til Justis- og beredskapsdepartementet 23. februar 2022*
 /40/ <https://www.regjeringen.no/contentassets/f3619eeb1787495cb9dc96cb8e7960d3/no/pdfs/nou202220220001000dddpdfs.pdf>
- Kystverket (2022) *Rapport om Teknologi og teknologiutvikling i Kystverket*. ISBN: 978-82-93427-28-5.
 /41/
- Kystverket (2022) *Losen forbereder årets cruisesesong – med VR-briller*. Publisert 24.03.2022
 /42/ <https://www.kystverket.no/nyheter/2020/losen-forbereder-arets-cruisesesong-med-vr-briller/>
- DNV (2022d) *Tilgjengeliggjøring av bærekraftige drivstoff til skipsfart-n - Forutsetninger, status, behov og barrierer*, DNV-rapportnr. 2022-0451
 /43/
- Kystverket (2023) *Behovskartlegging NTP 2026-2037*. Kystsak (Saksnummer) 2021/5589.
 /44/
- UNCTAD (2022) *Review of maritime transport 2022*.
 /45/ <https://unctad.org/rmt2022>
- Finansdepartementet (2021). *Høri-g - Kommisjonens forslag til revisjon av energiskattedirektivet*.
 /46/ <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/horing-kommisjonens-forslag-til-revisjon-av-energiskattedirektivet/id2870599/?expand=horingsbrev>
- Space Norways arbeid med digitalisering for økt sikkerhet av skipsfarten
 /47/ <https://spacenorway.no/hva-vi-gjor/utviklingsprosjekter/digitalisering-av-skipsfarten/>
- AP/SP og SV (2023) *Budsjettforlik mellom AP/SP og SV 2023*.
 /48/ <https://www.sv.no/wp-content/uploads/2022/11/291122-budsjettforlik-avtale-og-verbaler-kl-1730.pdf>
- IBIA (2023) *IMO's revised GHG strategy taking shape*.
 /49/ <https://ibia.net/2023/03/27/imos-revised-ghg-strategy-taking-shape%E2%82%AC%80/>
- Lund, Mass Soldal; Hareide, Odd Sveinung; Jøsok, Øyvind (2018). *An Attack on an Integrated Navigation System*
 /50/
- Bloomberg (2020) *The cruise ship suicides*
 /51/ <https://www.bloomberg.com/features/2020-cruise-ship-suicides/>
- DNV (2023) *Årsaksanalyse for ulykker med los og farledsbevis*. Rapport Nr.: 2023-0259, Rev. 0. Dato: 2023-04-26.
 /52/
- Pauksztat B., Grech M. & Kitada M. (2022) *The impact of the COVID-19 pandemic on seafarers' mental health and chronic fatigue: Beneficial effects of onboard peer support, external support and Internet access*
 /53/
- CNN (2023) *A mysterious fleet is helping Russia ship oil around the world. And it's growing*
 /54/ <https://edition.cnn.com/2023/03/01/business/russia-oil-shadow-fleet/index.html>
- Kystverket (2023) *Mer gods på sjø*.
 /55/
- NORMA Cyber (2023) - *Annual Threat Assessment*
 /56/

VEDLEGG A: LISTE OVER IMO-TILTAK INNEN NAVIGASJON, KOMMUNIKASJON OG SØK-OG-REDNING

Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue (NCSR)						
Reference to SD, if applicable	Output number	Description	Target completion year	Parent organ (s)	Associated organ (s)	Coordinating organ (s)
2	2.11	Consideration of descriptions of Maritime Services in the context of e-navigation	2022	MSC	FAL/NCSR	
2	2.12	Development of generic performance standards for shipborne satellite navigation system receiver equipment	2022	MSC	NCSR	
6	6.1	Role of the human element	Continuous	MSC/MEPC	III/PPR/CCC/SDC/SSE/NCSR	HTW
6	6.2	Validated model training courses	Continuous	MSC/MEPC	III/PPR/CCC/SDC/NCSR	HTW
7	7.14	Revision of ECDIS Guidance for good practice (MSC.1/Circ.1503/Rev.1) and amendments to ECDIS performance standards (resolution MSC.232(82))	2023	MSC	III	NCSR
7	7.22	Routing measures and mandatory ship reporting systems	Continuous	MSC	NCSR	
7	7.23	Updates to the LRIT system	Continuous	MSC	NCSR	
7	7.35	Safety measures for non-SOLAS ships operating in polar waters	2023	MSC	NCSR	SDC
7	7.37	Consequential work related to the new International Code for Ships Operating in Polar Waters	2022	MSC	SSE/NCSR	SDC

The below page shall be the last page of the document and appear on the back side of the last sheet of the deck. This shall be achieved by leaving or deleting this current page, as the case may be.

Om DNV

Vi er et globalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering med tilstedeværelse i over 100 land. Vårt formål er å sikre liv, verdier og miljøet. Med vår unike tekniske ekspertise og uavhengighet bistår vi våre kunder med å forbedre sikkerhet, effektivitet og bærekraft.

Enten vi godkjenner et nytt skipsdesign, optimerer energiproduksjonen fra en vindmøllepark, analyserer sensordata fra en gassrørledning eller sertifiserer verdikjeden til en matprodusent, hjelper vi våre kunder med å ta gode og riktige beslutninger og øke tilliten til virksomheten, produktene og tjenestene deres. Verden er i endring. Vi kan påvirke utviklingen. Sammen skal vi takle de globale utfordringene og omstillingene vi vil møte.

Statistikk over navigasjonsulykker med fartøy i norske farvann

Sjøsikkerhetsanalysen 2022

Kystverket

Rapport Nr.: 2023-0335, Rev. 0

Dato: 2023-10-18



Avrop Nr. Avrop 20
 Rapporttittel: Sjøsikkerhetsanalysen 2022
 Oppdragsgiver: Kystverket
 Kontaktperson: Trond Langemyr
 Dato: 2023-10-18
 Prosjektnr.: 10360876
 Org. enhet: Safety, Risk & Reliability
 Revisjon Rev. 0

DNV AS Maritime, Safety Advisory
 Safety, Risk & Reliability
 Veritasveien 1, 1363 Høvik, Norway

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):

Rammeavtale Risikoanalyser 2020

Utført av:	Verifisert av:	Godkjent av:
Hans Jørgen Johnsrud Sjefskonsulent	Peter Nyegaard Hoffmann Avdelingsleder	Øystein Goksøyr Head of Department

Christine Lagerstedt Krugerud
 Avdelingsleder

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV 2023. Alle rettigheter forbeholdes DNV. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV AS.

DNV distribusjon:

- ☒ ÅPEN. Fri distribusjon, internt og eksternt.
☐ INTERN. Fri distribusjon internt i DNV.
☐ KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste. *
☐ HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

*Distribusjonsliste:

Nøkkelord:

Ulykkesstatistikk, navigasjonsulykker,
 grunnstøting, kollisjon

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
A	2023-02-03	Draft rapport for kommentarer	HAJOH/KRUGER	PHOFF	
B	2023-08-23	Draft rapport for kommentarer	HAJOH	PHOFF	
0	2023-10-18	Endelig versjon	HAJOH	PHOFF	OGOK

Forsidebilde: Containerskipet MV "Celina" på grunn ved Gangsøy utenfor Måløy. Foto Pål Are Lilleheim, Kystverket.

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG	4
2	INTRODUKSJON	7
2.1	Bakgrunn	7
2.2	Formål	7
2.3	Forkortelser	7
2.4	Definisjoner	8
2.5	Om Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase	9
3	METODIKK	10
3.1	Arbeidsprosess	10
3.2	Omfang og avgrensning av analysen	10
4	RESULTATER	14
4.1	Historisk utvikling i navigasjonsulykker	14
4.2	Grunnstøtingsulykker – nåsituasjon og utvikling siste 10 år	17
4.2.1	Utvikling	17
4.2.2	Skipstyper og størrelser	20
4.2.3	Skadeomfang	23
4.2.4	Geografisk område	24
4.2.5	Unike fartøy	27
4.3	Kollisjonsulykker – nåsituasjon og utvikling siste 10 år	28
4.3.1	Utvikling	28
4.3.2	Skipstyper og størrelser	29
4.4	Drivende skip	30
4.5	Ulykker med tap av liv	32
4.6	Utslipp av bunkers og oljelast	37
4.7	Hendelser med potensiale til å utgjøre fare for liv og eller miljø	41
5	REFERANSER.....	44

1 SAMMENDRAG

DNV har på vegne av Kystverket analysert ulykkesstatistikk for skip i norske farvann. Rapporten inngår som del av et større prosjekt som omhandler den forebyggende sjøsikkerheten i norske farvann; «Sjøsikkerhetsanalysen 2022». Etableringen av datagrunnlaget og utarbeidelsen av rapporten har foregått i tett samarbeid med Kystverket. I tillegg har Sjøfartsdirektoratet bidratt med tilretteleggingen av ulykkesstatistikk.

Rapporten har hovedfokus på navigasjonsulykker, som vi definerer som grunnstøtinger under motorkraft og kollisjoner mellom fartøy. Det er disse ulykkestypene, i tillegg til drivende grunnstøting, som Kystverket hovedsakelig har forebyggende sjøsikkerhetstiltak for.

Historisk utvikling i navigasjonsulykker

Det er de mindre alvorlige navigasjonsulykkene, med liten eller ingen fartøyskade, som har vært, og fortsatt er dominerende (ca. 70 % av totale antall navigasjonsulykker), og som derfor i stor grad er styrende for utviklingen i totale antall navigasjonsulykker. Frem til 2005 har det vært en jevn nedgang i det registrerte totale antall navigasjonsulykker. Fra 2006 til 2009 har det vært en økning i antall ulykker, hvor det deretter har vært en utflating. Fra 2019 har det derimot vært en jevn økning i registrerte ulykker frem til i dag (2023).

Ser vi utelukkende på de alvorlige navigasjonsulykkene (med alvorlig skade, totalskade eller sunket) viser statistikken en meget positiv utvikling i antall årlige ulykker. Det var seks alvorlige navigasjonsulykker i 2022, sammenlignet med 78 i 1982. Det er også disse tallene det er heftet minst usikkerhet med, ettersom de aller fleste alvorlige skipsulykker blir registrert og/eller kjent gjennom media, og dermed registrert av Sjøfartsdirektoratet.

Mengden utseilt distanse fra skip i norske farvann har økt jevnt fra 2015 og frem til 2019, en samlet økning på omtrent 9 %. Fra 2019 har utseilt distanse gått litt ned frem til 2022, mens ulykkene derimot har økt. Om økningen skyldes faktisk økt hyppighet av ulykker eller om årsaken kan tilskrives bedre innrapportering av ulykker er usikkert. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til tallene for de mindre alvorlige hendelsene. Dette begrunnes i at det i perioden rundt 2006 og 2020, hvor det har vært en relativt stor økning i antall registrerte ulykker, så har det også vært endringer i Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase og/eller økt fokus på innrapportering.

Det er grunnstøtingsulykkene som er dominerende i norske farvann (92 %), sammenlignet med kollisjonsulykker (8 %). Slik har det også vært historisk tilbake til 80-tallet.

Grunnstøtinger (under motorkraft)

I grunnstøtinger inngår både de som inntreffer under motorkraft og de som skjer på grunn av fartøy som mister motorkraft og driver på land. Den store andelen av grunnstøtinger er imidlertid under motorkraft. Drivende grunnstøtinger utgjør kun et fåtall av de registrerte grunnstøtingene og er tidligere beregnet til om lag 3 % av totale antall grunnstøtinger [4]. Det er ikke mulig å automatisk skille på grunnstøtinger under motorkraft og drivende i SDU, da må man gå gjennom alle ulykkene manuelt.

Antall grunnstøtinger har ligget rundt 90 ulykker i året siden 2013. For 2021 og 2022 ligger vi imidlertid på rundt 100 grunnstøtinger i året, som er litt over det nivået som har vært de siste årene. I 2022 ble det registrert 102 grunnstøtinger. Det er de mindre alvorlige, med liten eller ingen fartøyskade, som er dominerende, og som derfor i stor grad er styrende for utviklingen i totale antall grunnstøtinger

Antall grunnstøtinger fordelt på fartøystype har endret seg når vi sammenligner de siste 10 årene med forrige 10-årsperiode. Her ser vi at det er fartøy i kategorien «andre aktiviteter» som har hatt en kraftig økning i antallet grunnstøtinger. Dette er typiske fartøy som brønnfartøy, arbeidsbåter, taubåter, mindre servicefartøy og redningsfartøy.

De skipstypene som har høyest grunnstøtingshyppighet er fiskefartøy, andre aktiviteter, passasjerskip og stykkgodsskip. 80 % av grunnstøtingene i norske farvann er med fartøy under 70m, 15 % med fartøy 70-100m og 4 % med fartøy 100-150m og kun 1 % med fartøy over 150m. Ser man grunnstøtingene i forhold til eksponeringen eller aktivitetsnivå, her målt i utseilt distanse, får vi et litt annet bilde på fordelingen i ulykkesrisiko per skipstype. Da observeres at bulkskip har flest grunnstøtinger per utseilt distanse. Fiskefartøy and andre aktiviteter kommer som nummer to og tre på listen, mens passasjerskip kommer lenger ned, dvs. har færre grunnstøtinger per utseilt nautisk mil.

Både gjennomsnittet de siste 10 årene og 2022 viser at det er i området Midt det har forekommet flest grunnstøtinger. Sammenlignet med snittet de siste 10 årene for dette området, var det tilnærmet en dobling i 2022.

Drivende skip

Totalt 124 hendelser med drivende fartøy ble registrert av Vardø VTS i perioden 1. januar til 1. oktober 2022. Stykkgodsskip peker seg ut som den skipstypen som har høyeste antall hendelser (72 hendelser, som utgjør 58 % av totalt antall hendelser).

Kollisjonsulykker

For kollisjonsulykker har utviklingen vært veldig varierende. Det er generelt få kollisjoner i norske farvann, sammenlignet med grunnstøtinger. Det at det i seg selv er relativt få ulykker gjør at det kan bli store årlige variasjoner. Det er de mindre alvorlige, med liten eller ingen fartøyskade, som er dominerende, og som derfor i stor grad er styrende for utviklingen i totale antall skipskollisjoner. Utviklingen for de alvorlige kollisjonene (med alvorlig skade, totalskade eller sunket) har, generelt sett vært veldig lav. Siste alvorlige kollisjonsulykke var i 2018, og før det var det lå det omtrent på rundt 1-3 alvorlige ulykker årlig.

Vi ser at den store andelen av kollisjoner inntreffer med skip under 1 000 BT og 1 000 til 5 000 BT, med fartøyslengde under 100m. Det er de minste skipene (eller fartøyene) som har høyest ulykkeshyppighet.

Ulykker med tap av liv

Ulykker med tap av liv inkluderer alle skipsulykker, og ikke utelukkende navigasjonsulykker. Arbeidsulykker er derimot ikke inkludert. Statistikken er preget av store, årlige variasjoner. Den hyppigste ulykkestypen blant dødsulykker er kantringer. Ulykker med færre enn fem omkomne forekommer betraktelig oftere enn ulykker med flere omkomne. Fordelingen mellom dødsulykker som følge av savnede fartøy (forlis) og grunnstøtinger er noenlunde lik, mens hyppigheten er noe lavere for kollisjoner. Det er ingen registrerte skip som har vært involvert i kollisjoner der fem eller flere har omkommet, mens dette er tilfellet for grunnstøtinger, kantringer og brann- og eksplosjonsulykker.

Siden 1982 har det vært få navigasjonsulykker i norske farvann med mange omkomne. En slik ulykke har ikke hendt i norske farvann siden grunnstøtingsulykken med Rocknes i 2004.

Dødsulykker forekommer i alle regioner. Antallet dødsulykker er imidlertid for lavt til at det forekommer ulykker i alle regioner hvert år. Dette gjør det vanskelig å angi i hvilken grad denne geografiske faktoren driver dødsulykker. Det er områdene Vest (30 % andel), Troms og Finnmark (26 % andel) og Nordland (26 % andel) som har hyppigst forekomst av dødsulykker.

En kan i relasjonen mellom antall dødsulykker og fartøyet's lengde (Figur 4 30) se at fartøy over 70 meter svært sjeldent er involvert i dødsulykker. Fartøy med relativt lav bruttotonnasje er altså overrepresentert i statistikken over antall dødsulykker. Det er en overvekt av fiskefartøy som dominerer ulykkesstatistikken for dødsulykker, og siden 2012 har det kun vært fiskefartøy og fartøy i kategorien «andre aktiviteter» som har vært utsatt for dødsulykker.

Utslipp av bunkers og oljelast

Siden 90-tallet har det vært svært få ulykker i norske farvann som medfører utslipp. På samme måte som forholdet mellom antall dødsulykker og antall omkomne er det tydelig at utslippsmengden drives i hovedsak av større enkeltulykker.

Grunnstøting er den klart hyppigst forekommende ulykkestypen blant utslippsulykkene både for små og større utslipp. Det har imidlertid ikke vært en navigasjonsulykke i norsk farvann med utslipp på mer enn 50 tonn siden lasteskipene Full City¹ og Godafoss grunnstøtte i henholdsvis 2009 og 2011.

Oppsummert ser det ut til at store, årlige utslippsmengder forekommer ved store enkeltulykker. Det er mindre utslippsulykker på under ett tonn som forekommer hyppigst, og utslipp av bunkersolje står for flesteparten av utslippene. De fleste utslippsulykker er grunnstøtinger, både for utslipp på ett tonn eller mindre og større utslipp, og fiskefartøy og lasteskip er registrert med omtrent like mange utslipp på mer enn ett tonn.

Hendelser med potensiale til å utgjøre fare for liv og eller miljø

I siste 10-årsperiode har det vært flere hendelser/nestenulykker der tilfeldigheter og redningsinnsatsen har gjort at man har unngått tap av liv og/eller akutt forurensning. De fleste av disse hendelsene er relatert til drivende fartøy i dårlig vær, der det i enkelte hendelser kun har vært 500m fra at fartøyet har drevet inn i skjær eller på land. Dersom fartøy får vanninntrenging fordi skroget blir skadet, og dertil krenkning, så medfører dette en betydelig utfordring med evakuering av passasjerer og mannskap, ofte i disse hendelsene kombinert med sterk vind og høye bølger.

¹ Full City ulykken er registrert som grunnstøting i datasettet og omfavnes derfor av navigasjonsulykker. Dette er fordi det ikke finnes en egen kategori i SDU for drivende grunnstøting. Det er svært få drivende grunnstøtinger, så derfor blir denne tilnærmingen/forenklingen praktisert. Årsaken til Full City ulykken var dregging.

2 INTRODUKSJON

DNV har på vegne av Kystverket analysert ulykkesstatistikk for skip i norske farvann. Rapporten inngår som del av et større prosjekt som omhandler den forebyggende sjøsikkerheten i norske farvann; «Sjøsikkerhetsanalysen 2022».

Etableringen av datagrunnlaget og utarbeidelsen av rapporten har foregått i tett samarbeid med Kystverket. I tillegg har Sjøfartsdirektoratet bidratt med tilretteleggingen av ulykkesstatistikk.

2.1 Bakgrunn

Denne rapporten er en del av «Sjøsikkerhetsanalysen 2022», utarbeidet for Kystverket. I 2014 utførte DNV Sjøsikkerhetsanalysen 2014 på oppdrag fra Kystverket. Dette utgjorde en viktig del av grunnlaget for Meld. St. 35 (2015–2016) og inngår i dag i Kystverkets kunnskapsgrunnlag for sjøsikkerheten i norske farvann.

På grunn av den lange tiden som er gått siden analysen ble ferdigstilt i 2015 og på grunn av behovet for gode forberedelser for arbeidet i Kystverket frem mot Nasjonal transportplan 2026-2037 er det behov for å revidere denne kunnskapen gjennom å revidere deler av Sjøsikkerhetsanalysen 2014.

2.2 Formål

Formålet med denne studien er å presentere ulykkesutviklingen og ulykkesstatistikk for skip i norske farvann, herunder hendelser med tap av liv og akutt forurensning. Analysen skal også svare på om det er noen utviklingstrekk fra forrige analyse (Sjøsikkerhetsanalysen 2014).

Ulykkesstatistikken analyseres ned på kategorier som: Skipstyper, ulykkestyper, skipsstørrelser og til dels geografiske områder. Merk at årsaker til ulykker er behandlet i en separat rapport (Årsaksanalysen, Rapport Nr.: 2022-1236).

Denne rapporten, sammen med øvrige rapportene knyttet til prosjektet «Sjøsikkerhetsanalysen 2022», utgjør basis for forståelsen av risikoen vi har i dag til sjøs og hvor vi skal iverksette tiltak. Rapporten vil være med på å sikre at oppmerksomheten og tiltakene for sjøsikkerheten er i henhold til dagens ulykkesrisiko, samt at beslutninger og tiltak baseres på analyser med oppdatert og relevant informasjon.

2.3 Forkortelser

AIS	Automatisk identifikasjonssystem
BT	Bruttotonn
BNWAS	Bridge Navigational Watch Alarm System (brovaktalarm)
IMO	International Maritime Organisation
ISM	International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention
NØS	Norges økonomiske sone
SDU	Sjøfartsdirektoratets Ulykkesdatabase
SSB	Statistisk Sentralbyrå

2.4 Definisjoner

Begrep	Beskrivelse
Bruttotonn	Et kapasitetsmål for skipet som blir beregnet med utgangspunkt i volum av skipets lukkede rom
Bunkers	Skipets drivstoff. Påfylling av bunkersolje kalles bunkring
Fartøy	Med fartøy menes ethvert transportmiddel til vanns. Faste innretninger i petroleumsvirksomheten faller utenfor definisjonen, mens flyttbare omfattes.
Fartøyskade	Skaden skipet utsettes for i en skipsulykke
Grunnlinje	Grunnlinjen består av linjestykker mellom de ytterste holmer og skjær langs kysten som stikker opp av havet ved lavvann. På grunn av alle fjordene og øyene langs kysten har Norge fått tillatelse til å bruke en slik grunnlinje som representant for kystlinja.
Hendelse	Ulykker og nestenulykker
Kystlinje	Lengdemål på den kystsonen som vil kunne bli berørt av ulykker og utslipp, fra den skipstrafikken som er inkludert i analysen.
Nautisk mil	1852 meter.
Navigasjonsulykke	Ulykke som har sammenheng med navigering, dvs. grunnstøting og kollisjon. Kontaktulykker er her utelatt.
Nestenulykke	En hendelse med potensial til å bli en ulykke, alternativt en mindre alvorlig personskade som har potensial til å bli en mer alvorlig hendelse
Område	Geografisk inndeling av analyseområde. Norsk farvann er av praktiske hensyn delt inn i syv områder.
Personulykke / Arbeidsulykke	En ulykke som ikke involverer skade på skipet, men personer ombord på skipet (f.eks. fall, klemskade).
Skipsulykke	En hendelse som involverer skipet (f.eks. kollisjon, brann)
Ulykke	En ulykke hvor det har oppstått en skade på enten person, fartøy, eller miljø, definert etter melde og rapporteringsforskriften
Utseilt distanse	Benyttes som mål for skipsaktiviteten i et område. Utseilt distanse beregnes for et skip basert på registrerte posisjoner i AIS systemet.

2.5 Om Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase

Sjøfartsdirektoratet har ansvar for å følge opp og håndheve «Forskrift om melde- og rapporteringsplikt ved sjøulykker og andre hendelser til sjøs». Her slås det fast at ulykker og nestenulykker skal meldes og rapporteres, og at dette skal gjøres innen 72 timer etter at hendelsen inntraff [1].

Når hendelsen er rapportert inn til Sjøfartsdirektoratet, vil den registreres og klassifiseres så nøyaktig som mulig, slik at datagrunnlaget som ulykkene danner på best mulig vis kan benyttes til å øke sikkerheten i den maritime industrien. Dette kan være gjennom kortsiktig oppfølging av enkelt-skip og enkelthendelser ved for eksempel å etterspørre tiltak, årsaksanalyser og forbedrede prosedyrer, og på lengre sikt ved å være grunnlag for risikovurderingene vi utarbeider for sektoren [1].

I oversikten over statistikk som presenteres fra Sjøfartsdirektoratet brukes det ulike begreper om ulykker. Både ulykker, skipsulykker og personulykker brukes. Alle rapporter om ulykker eller nestenulykker som kommer inn til Sjøfartsdirektoratet blir definert som en ulykke. Innunder denne vil fartøyet registreres, dernest om det var en ulykke som medførte skade på fartøyet, eller på en eller flere personer. En ulykke kan og ha flere skipsulykker (fartøyshendelser) registrert på seg, hvis det for eksempel er snakk om en kollisjon hvor ulykken registreres 2 ganger, det vil si 1 gang på hvert skip.

Det kan være nærliggende å sammenligne ulykkesstatistikken som presenteres i denne studien med publikasjoner fra Sjøfartsdirektoratet. Utgangspunktet er likt, det vil si at denne studien bruker samme database som Sjøfartsdirektoratet. Denne analysen skiller seg imidlertid fra statistikk publisert av Sjøfartsdirektoratet på følgende områder:

- Statistikken til Sjøfartsdirektoratet, og dermed flere av deres publikasjoner, inkluderer ulykker med norske fartøy i utlandet. Denne studien ser utelukkende på ulykker i norske farvann. Videre er det også foretatt en ekstra kvalitetssikring av lokasjonsangivelser på ulykker. Kun ulykker med angitt tilhørighet til norske farvann er inkludert i denne analysen.
- En del ulykkestyper som ikke er relevante for denne studien er lukket ut, som for eksempel værskader og lekkasjer.
- Ulykker med fritidsfartøy er ikke omfattet av denne studien, kun næringsfartøy. Videre er fartøystype «ukjent fartøystype» utelatt siden denne kategorien inkluderer mange fritidsfartøy.

3 METODIKK

3.1 Arbeidsprosess

Arbeidet har bestått av å innhente statistikk fra Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU) og analysere disse ved hjelp av databehandlingsverktøy. Sjøfartsdirektoratet har etablert en dynamisk fremstilling av ulykkesdataene gjennom bruk av verktøyet Power BI på deres nettsider. For denne analysen var det derimot behov for tilgang på rådata for å kunne gjøre spesifikke dybdeanalyser, samt å kunne lage egne visuelle fremstillinger.

Når ulykker innrapporteres angis lokasjon på hendelsen, der lengde- og breddegrad spesifiseres. I denne informasjonen er det funnet en del feil, som gjør at ulykker blir angitt på feil lokasjon, for eksempel at en hendelse utenfor Bergen havner i Europa fordi lengdegrad eller breddegrad er angitt feil. Dataene ble derfor først sendt til Kystverket, som tok oppgaven med å kvalitetssikre lokasjonsangivelsene for ulykkene.

Etter at Kystverket var ferdig med kvalitetssikringen ble dataene videresendt til DNV for analyse. Det er ikke utført noen ytterligere kvalitetssikring av dataene. Gjennom arbeidet har DNV hatt dialog med Sjøfartsdirektoratet om historikken på SDU for å kunne forstå bedre endringen rundt struktur og krav/fokus på innrapportering av ulykker.

3.2 Omfang og avgrensning av analysen

Avsnittene under presenterer hvilke avgrensinger og klassifiseringer i analysearbeidet som er gjort.

Ulykker og nestenulykker

Hovedfokus i analysen er navigasjonsulykker, som omfatter:

- Grunnstøtinger
- Kollisjoner (mellom skip)

Nestenulykker er utelatt på grunn av mangelfull data.

For kapitler som omhandler tap av liv og oljeutslipp er det registrerte skipsulykker som tas med og som dekker følgendeulykkestyper:

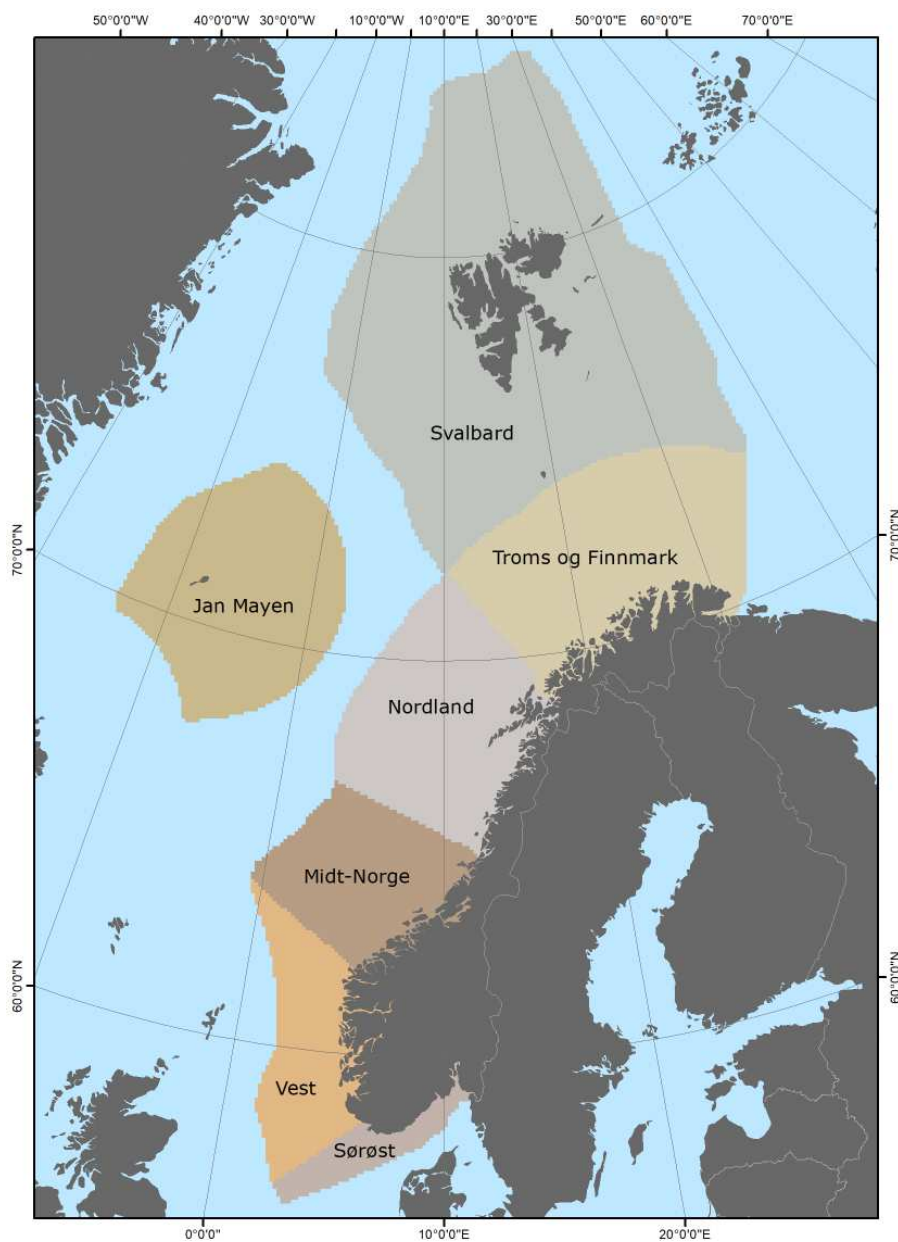
- Grunnstøting
- Kollisjon
- Kontaktskade
- Stabilitetssvikt uten kantring
- Kantring
- Fartøy savnet, forlis
- Brann og eksplosjon
- Hardværskade
- Lekkasje
- Miljøskade og forurensning

Følgene ulykkestyper er dermed ikke inkludert:

- Arbeidsulykker
- Feil på redningsmidler
- Maskinhavari

Geografisk område

Analyseområdet dekker alle norske farvann, dvs. inkl. områdene rundt Svalbard og Jan Mayen. Områdeinndelingen som er valgt, er vist i figuren under.



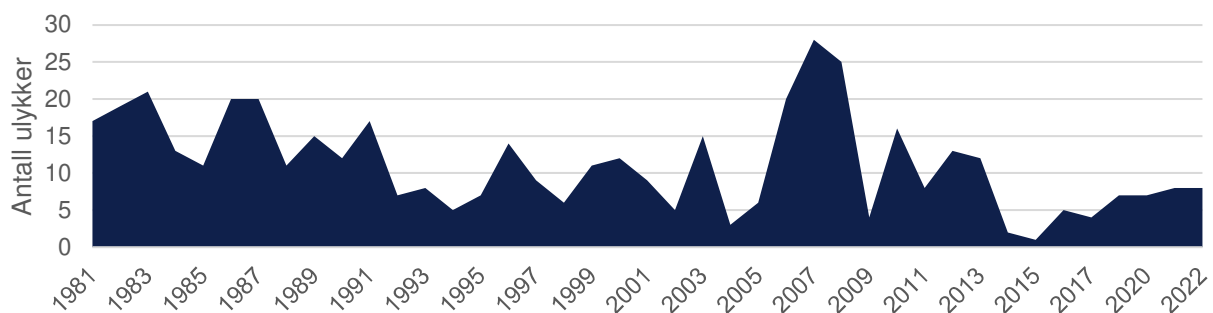
Figur 3-1 Geografisk områdeinndeling for analysen.

Tidsperiode

Sjøfartsdirektoratet besitter ulykkesdata så langt tilbake som til 80-tallet. Ulykkesstatistikken baserer seg derfor på innrapporterte hendelser i perioden 1. januar 1981 til 31. desember 2022.

Skadeomfang fartøy

I ulykkesstatistikken mangler 7% av det totale antall innmeldte ulykker beskrivelse av skadeomfang på fartøyet. Det årlige antall innmeldte ulykker uten oppgitt skadeomfang vises i Figur 3-2. Det er ingen åpenbar trend i kvaliteten på innmeldingene, men store årlige variasjoner. Det ser imidlertid ut til at denne typen innmeldinger ligger på et mer stabilt nivå etter 2015. Av det totale antall ulykker hvor skadeomfang ikke er oppgitt, involverer omtrent 55 % fiskefartøy, fritidsfartøy eller ikke-spesifiserte fartøygrupper.



Figur 3-2 Antall innmeldte skipsulykker uten oppgitt skadeomfang.

Fartøy

Både norske og utenlandske fartøy inngår i analysen, men Sjøfartsdirektoratet har tidligere meldt at den store majoriteten av hendelsene i direktoratets database er tilknyttet norske fartøy [2]. Denne andelen ligger typisk mellom 93-95 % av hendelsene. I 2021 var 93 % av hendelsene tilknyttet norske fartøy, noe som Sjøfartsdirektoratet mener at vitner om underrapportering fra utenlandske fartøy.

Analysen skiller på følgende skipstyper:

- Andre aktiviteter
- Andre offshoreskip
- Bulkskip
- Cruiseskip
- Fiskefartøy
- Kjemikalietankere
- Kjøle-/fryseskip
- Kontainerskip
- Offshore supplyskip
- Passasjerskip
- Produkttankere

- Ro-Ro lasteskip
- Råoljetankere
- Stykkgodsskip

I tillegg er det laget en overordnet/grov inndeling i følgende fartøysgrupper:

- Lasteskip (her inngår også andre aktiviteter, offshore, osv.)
- Passasjerskip
- Fiskefartøy

Inndeling i fartøyslengde:

- 0-30m
- 30-70m
- 70-100m
- 100-150m
- 150-200m
- >200m

Inndeling i fartøystørrelser:

- < 1000 BT
- 1000-4999 BT
- 5000-9999 BT
- 10000-24999 BT
- 25000-49999 BT
- 50000-100000 BT
- >=100000 BT

Akutt forurensing (miljøskade)

Tabell 3-1 viser hvordan de ulike miljøskadetyperne deles opp i bunkers og oljelast. Noen utslipp er innrapportert som «annen forurensning». Disse filtreres ut i analysen fordi de er uspesifiserte og ikke gjør nevneverdig utslag i statistikken.

Tabell 3-1 Inndeling av rapportert miljøskadetype

Oljetype	Inndeling
Annen bunkersolje	Bunkers
Bunkersolje	
Diesel	
Tungolje	
Smøreolje	Smøreolje
Flyktig og ikke-flyktig raffinert oljeprodukt	Oljelast
Annen oljelast	
Annen forurensning ²	Utslippene i denne kategorien er små og uspesifiserte

² Ikke inkludert i presentasjon av ulykkesstatistikk

4 RESULTATER

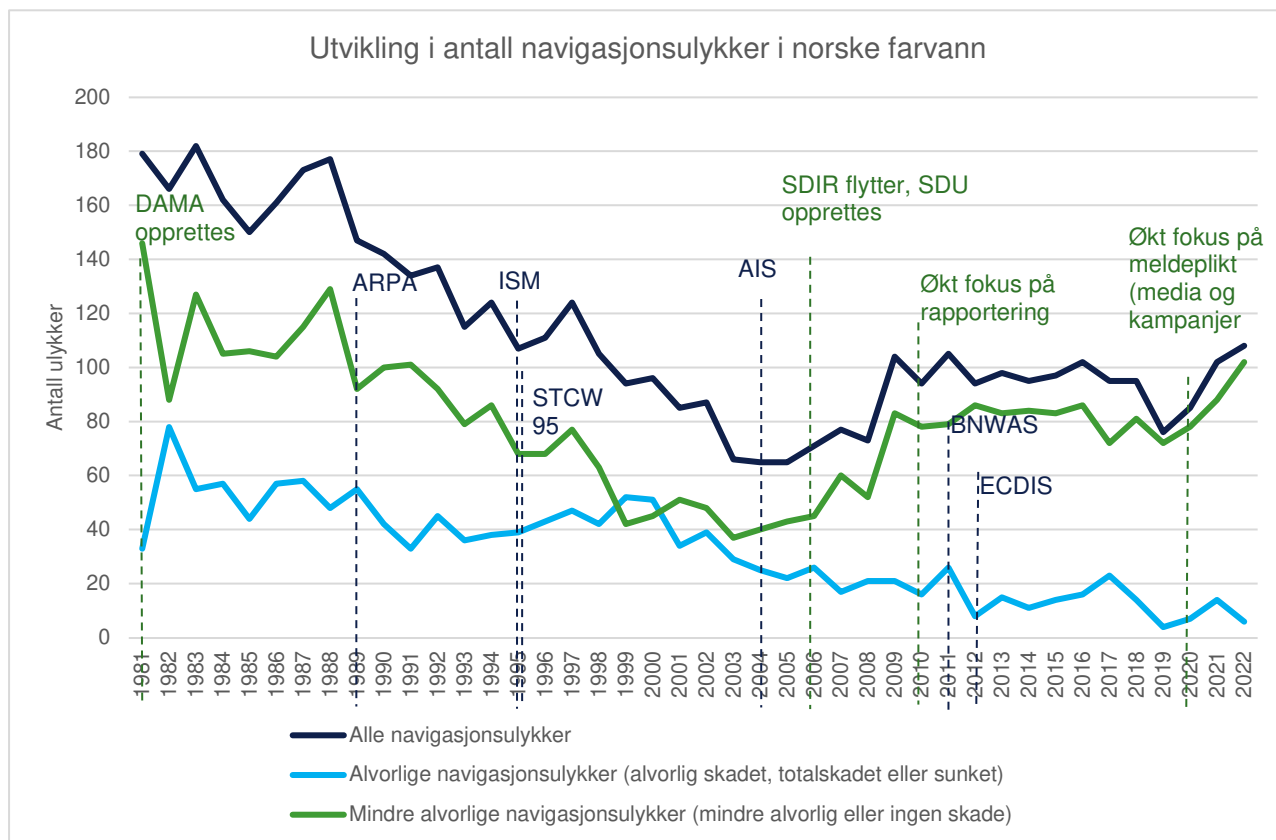
I dette kapittelet presenteres en analyse av navigasjonsulykker, som vi definerer som grunnstøtinger under motorkraft og kollisjoner mellom fartøy. Ulykkene analyseres basert på en nedbryting på periode/år, skadeomfang på fartøy, geografiske områder, type farvann der ulykker inntreffer, samt skipstyper og skipsstørrelser.

4.1 Historisk utvikling i navigasjonsulykker

Figur 4-1 viser utviklingen i årlig antall navigasjonsulykker i norske farvann fra 1981 til 2022. I figuren har vi også sett på innslagspunkt for utvalgte sjøsikkerhetstiltak, samt årstall for endringer i Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU), for å støtte analysen. Eventuelle endringer i SDU eller direktoratets kampanjer for økt innrapportering, kan direkte eller indirekte antas å ha påvirket rapportering og registrering av skipsulykker. Dette blir belyst ytterligere i avsnittene som følger. Det må også bemerkes at årstallene for implementering av sjøsikkerhetstiltakene er omtrentlige siden tiltakene ofte har en lengre innfasingsperiode før de er fullt ut iverksatt i flåten.

Vi observerer at det frem til 2005 har vært en jevn nedgang i registrerte navigasjonsulykker. Fra 2006 har det vært en økning frem til 2009, hvor det deretter har vært en utflating. Fra 2019 har det derimot vært en jevn økning i registrerte ulykker frem til i dag (2022).

Ser vi utelukkende på de alvorlige navigasjonsulykkene (med alvorlig skade, totalskade eller sunket) viser statistikken en meget positiv utvikling. Vi er nede i seks (6) alvorlige navigasjonsulykker i 2022, sammenlignet med 78 i 1982. Det har vært årlige variasjoner, men generelt sett under hele periode har det vært en betydelig nedgang. I siste 10-årsperiode (2013-2022) har det årlige gjennomsnittet for antall alvorlige navigasjonsulykker ligget på rundt 12.



Figur 4-1 Utvikling i årlig antall navigasjonsulykker (grunnstøtinger og kollisjoner) i norske farvann fra 1981 til 2022.

Det er de mindre alvorlige navigasjonsulykkene, med liten eller ingen fartøyskade, som har vært, og som fortsatt er dominerende, og som derfor i stor grad er styrende for utviklingen i totale antall navigasjonsulykker. Om økningen vi ser fra rundt 2005 skyldes faktisk økt ulykkeshyppighet eller om årsaken kan tilskrives bedre innrapportering av ulykker er usikkert. Vi mener imidlertid at det er stor usikkerhet knyttet til tallene for de mindre alvorlige hendelsene. Dette begrunnes i at det i perioden rundt 2006 og 2020, hvor det har vært en relativt stor økning i antall registrerte ulykker, så har det også vært endringer i Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase og/eller økt fokus på innrapportering.

I 2006 flyttet Sjøfartsdirektorat fra Oslo til Haugesund. Dette medførte store personellutskiftninger, omorganisering og direktoratets to ulykkesdatabaser (DAMA og PUS) ble faset ut og byttet ut med nytt system, i dag kjent som Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU). I samme periode fra 2005 til 2007 økte antallet registrerte navigasjonsulykker fra 65 til 77.

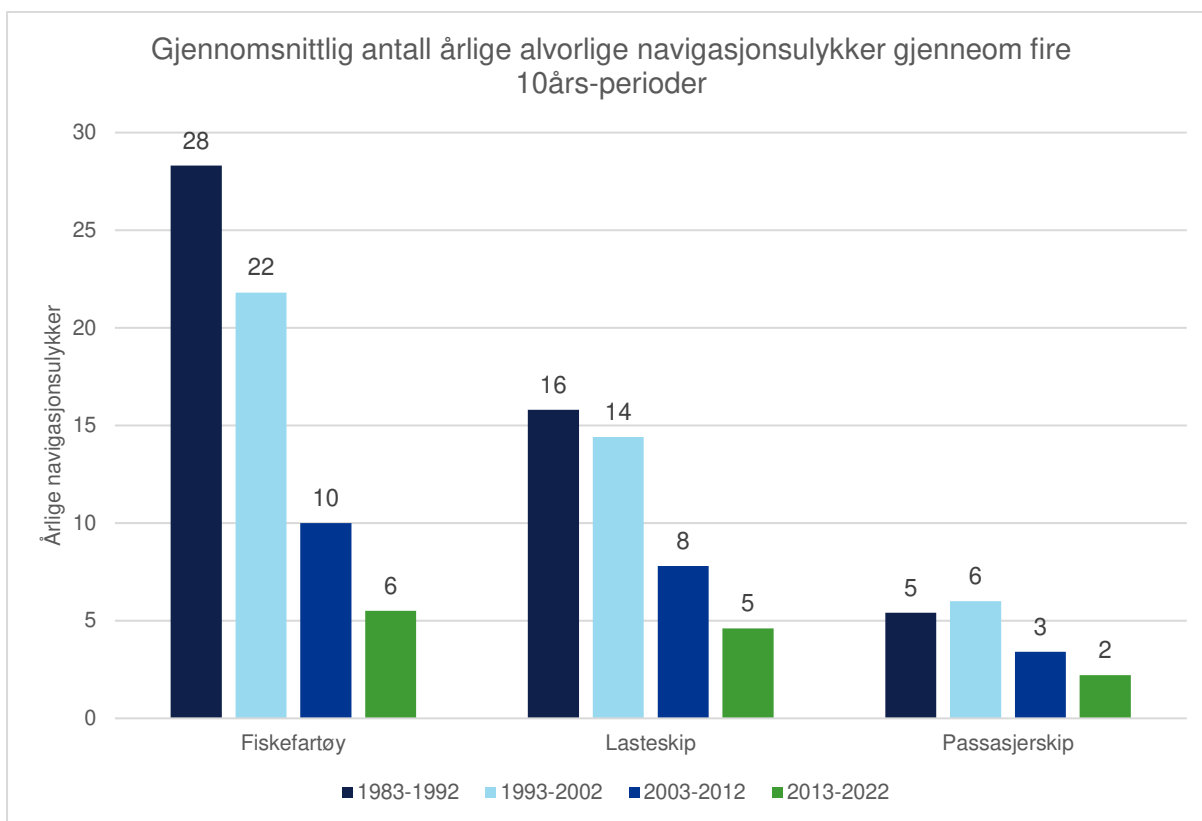
Sjøfartsdirektoratet skriver også, i sin siste rapport i 2021 om ulykkesstatistikken, at de har hatt økt fokus på rapportering og registrering av hendelser de senere årene [2]. I samme periode fra 2019 til 2022 har antallet registrerte navigasjonsulykker økt fra 76 til 108. Sjøfartsdirektoratet beskriver at de har gjennomført flere tiltak som kan tenkes å øke rapporteringsgraden. De har blant annet styrket og utvidet teamet som jobber med ulykkesoppfølging. Dette har medført mer pro-aktiv ulykkesoppfølging, der Sjøfartsdirektoratet i større grad følger opp hendelser som ikke har blitt meldt til dem [2]. Parallelt med denne utviklingen har de også hatt økt fokus på å informere om melde- og rapporteringsplikten i ulike fora som for eksempel; presentasjoner, messer, inspeksjoner og lignende [2].

Sjøfartsdirektoratet skriver også at de har hatt saker hvor de har trukket tilbake seilingstillatelse til enkeltrederier, som følge av blant annet manglende rapportering av hendelser. Slike saker har blitt bredt dekket i nasjonal presse, og det kan tenkes at dette i ettertid har ført til økt rapportering [2]. På generelt grunnlag ser de en profesjonalisering av næringen, med krav om sikkerhetsstyringssertifikat og kvalifikasjonskrav til flere og mindre fartøy. Dette i seg selv kan tenkes å bidra til økt sikkerhetskultur, og en bedring i rapporteringspraksis [2]. Samtidig ser de fra spørreundersøkelsen om maritim sikkerhet at sjøfolk i større grad enn tidligere melder fra om uønskede hendelser og ulykker [2]. Denne hypotesen kan delvis forklare den store økningen i de mindre alvorlige grunnstøtingsulykkene.

Selv om vi tror det er en tilknytning mellom bedre innrapportering og antall ulykker, kan nok ikke utviklingen alene tilskrives dette. Det kan også være fristende å tilskrive all nedgang i antall ulykker som positiv utvikling og all økning som bedre innrapportering, men dette kan være en skummel forenkling. All økning i ulykkeshyppighet burde tas på alvor og analyseres mer i detalj for å kunne forklare utviklingen. I de neste kapitlene (4.2 og 4.3) er det sett nærmere på grunnstøtinger og kollisjonsulykker hver for seg.

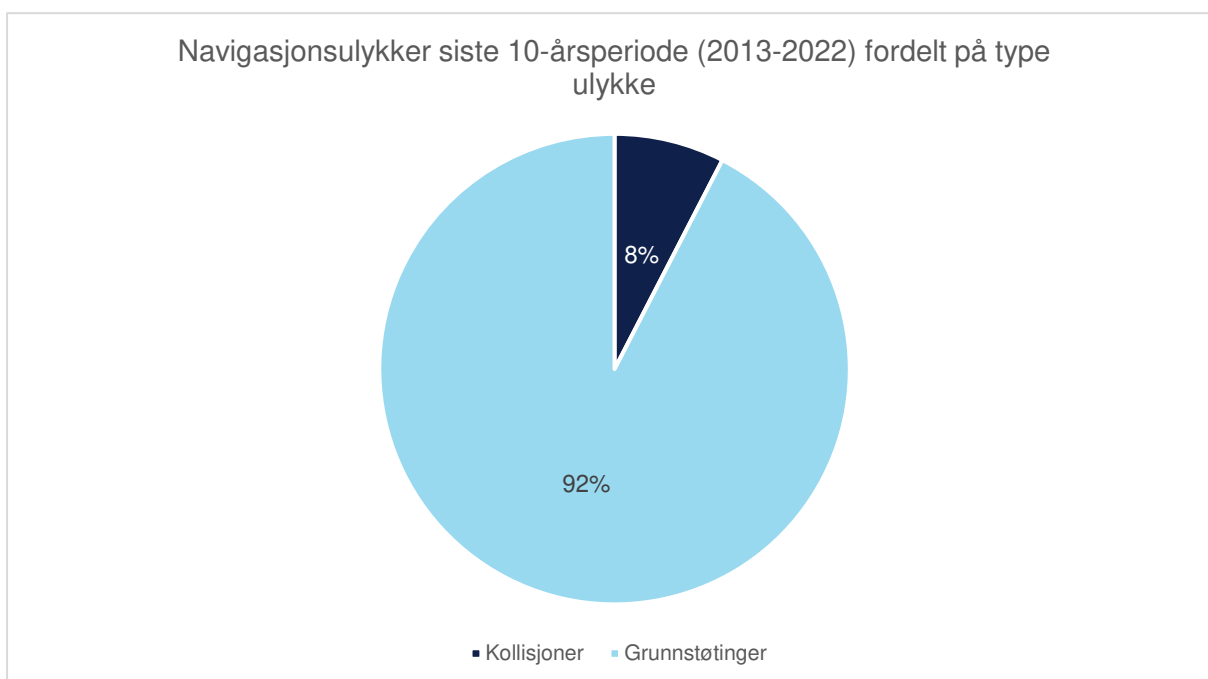
Avslutningsvis har vi i Figur 4-2 vist gjennomsnittlig antall årlige alvorlige navigasjonsulykker gjennom fire 10-årsperioder, fordelt på fartøygrupper. Merk at fremstillingen over alvorlige navigasjonsulykker her inkluderer fartøy som er alvorlig- eller totalskadet, samt de som har sunket. Vi observerer en positiv trend blant alle fartøygruppene (merk at absoluttverdiene er avrundet til hele tall, ikke prosentene):

- Størst endring har det vært blant fiskefartøyene fra gjennomsnittlig 28 til 6 alvorlige navigasjonsulykker per år, da sammenlignet første periode med siste periode. Dette er en reduksjon på om lag 79 %.
- Lasteskip (som her også inkluderer arbeidsfartøy), har også hatt en betydelig nedgang fra 16 til 5 alvorlige navigasjonsulykker per år. Dette tilsvarer en omtrentlig reduksjon på 71 %.
- Det samme gjelder passasjerskip med en nedgang fra 5 til 2, en reduksjon på 59 %.



Figur 4-2 Gjennomsnittlig antall årlige alvorlige navigasjonsulykker gjennom fire 10-årsperioder.

Og i Figur 4-3 ser vi klart at det er grunnstøtingsulykkene som er dominerende i norske farvann. Slik har det også vært historisk tilbake til 80-tallet.



Figur 4-3 Navigasjonsulykker siste 10-årsperiode (2013-2022) fordelt på type ulykke.

4.2 Grunnstøtingsulykker – nåsituasjon og utvikling siste 10 år

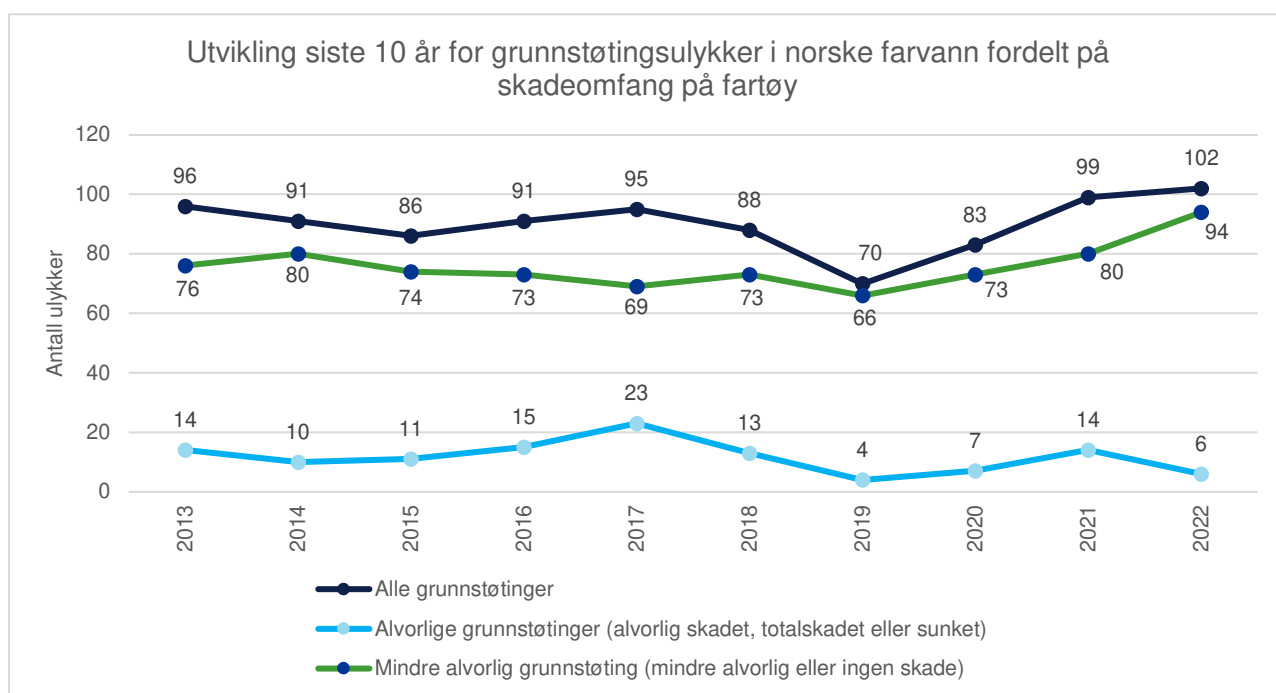
I grunnstøtinger inngår både de som inntreffer under motorkraft og de som skjer på grunn av fartøy som mister motorkraft og driver på land. Den store andelen av grunnstøtinger er imidlertid under motorkraft. Drivende grunnstøtinger utgjør kun et fåtall og er tidligere beregnet til om lag 3 % av totale antall grunnstøtinger [4]. Det er ikke mulig å automatisk skille på grunnstøtinger under motorkraft og drivende i SDU, da må man gå gjennom alle ulykkene manuelt. Statistikken i dette kapittelet gjenspeiler derfor i stor grad grunnstøtinger under motorkraft. En egen fremstilling på antall drivende fartøy er presentert i kapittel 4.4.

4.2.1 Utvikling

Figur 4-4 viser utviklingen i grunnstøtinger i norske farvann siste 10 år (2013-2022). Det nevnes her at forrige Sjøsikkerhetsanalyse (2014-analysen) var basert på ulykkestall for 2013, og tidligere, slik at vi kan se utviklingen i antall ulykker fra den gang.

Antall grunnstøtinger har ligget på rundt 90 ulykker i året siden 2013. Dette gjelder egentlig helt tilbake til 2007, hvor vi hadde 90 grunnstøtinger. Det har vært årlige variasjoner, men det har holdt seg rundt dette antallet.

2018 ble starten på en positiv trend, hvor vi i 2019 var nede i 70 grunnstøtinger. Trenden var imidlertid kortvarig, og etter det har det økt hvert år frem til og med 2022. For 2021 og 2022 ligger vi på rundt 100 grunnstøtinger i året, som er litt over det nivået som har vært de siste årene, hvor snittet mellom 2007 og 2017 har vært 92 grunnstøtinger. I 2022 ble det registrert 102 grunnstøtinger, som utgjorde en økning på hele 46 % fra 2019.

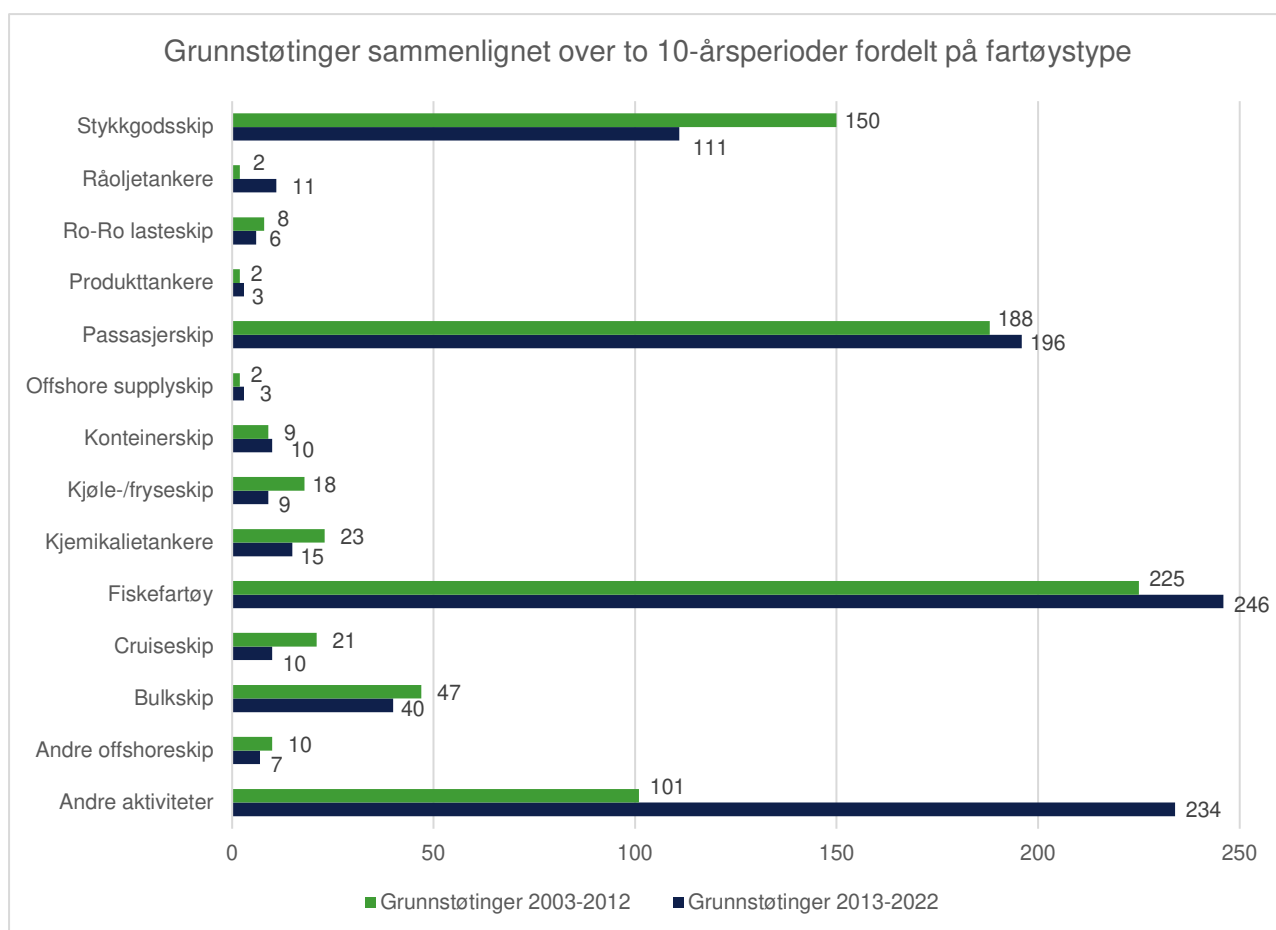


Figur 4-4 Utvikling i årlig antall grunnstøtingsulykker i norske farvann siste 10 år, fordelt på skadeomfang på fartøy.

Forklaringer på endringer i ulykkesbildet søkes alltid, og særlig der det har vært brå endringer slik som nedgangen til 2019 og økningen frem til 2022. Slike forklaringsmodeller bygger ofte på ulike hypoteser som prøves ut. Det første som må avklares er hva slags type grunnstøtinger dette er, og vi ser da først på skadeomfang på fartøyene. I Figur 4-4 har vi

derfor skilt mellom alvorlige og mindre alvorlige grunnstøtinger. Der ser vi helt klart at det er de mindre alvorlige, med liten eller ingen fartøyskade, som er dominerende, og som derfor i stor grad er styrende for utviklingen i totale antall grunnstøtinger. Utviklingen for de alvorlige grunnstøtingene (med alvorlig skade, totalskade eller sunket) har, vært varierende med til dels store årlige variasjoner i slutten av perioden, eksempelvis 14 alvorlige grunnstøtingsulykker i 2021 og en reduksjon til seks året etter. Snittet for perioden har vært 11,7 ulykker. Det høyeste antallet alvorlige grunnstøtinger som er registrert historisk er 58, som var tilbake i 1982.

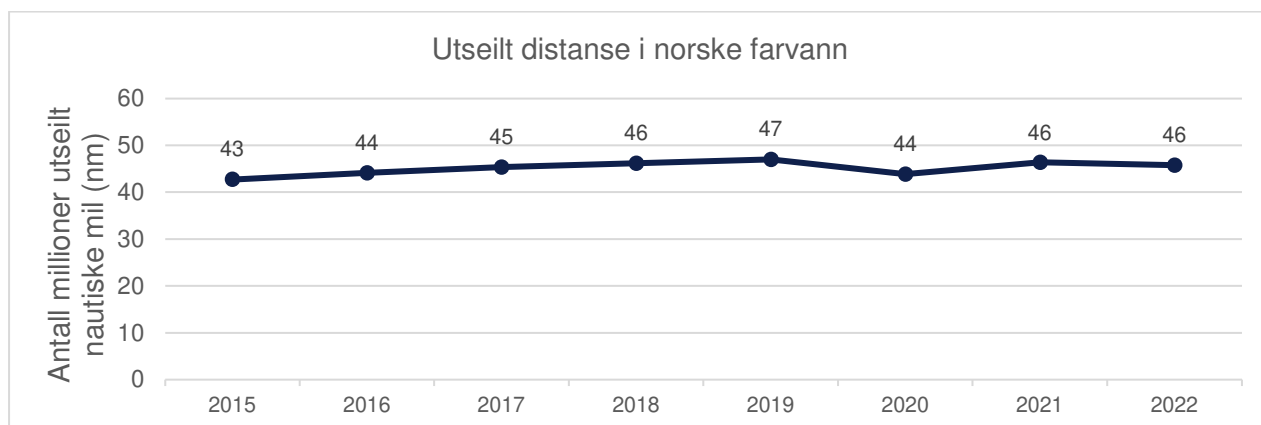
Det er altså de mindre alvorlige grunnstøtingene som har økt de siste tre årene. Ser vi videre på Figur 4-5 ser vi hvordan antall grunnstøtinger fordelt på fartøystype har endret seg når vi sammenligner de siste 10 årene med forrige 10-årsperiode. Her ser vi at det er fartøy i kategorien «andre aktiviteter» som har hatt en kraftig økning i antallet grunnstøtinger. Dette er typiske fartøy som brønnfartøy, arbeidsbåter, taubåter, mindre servicefartøy og redningsfartøy. Hvorvidt disse fartøyene er knyttet til havneoperasjoner, terminaler, fiskeoppdrett eller andre operasjoner/næringer er ikke mulig å lese av datasettet. Kystverket har imidlertid, på bakgrunn av en enda finere skipstypeinndeling (på Lloyds 3-nivå) funnet at mesteparten av økningen i utseilt distanse for denne kategorien knyttes til underkategorien «Other Fishing», som blant annet inkluderer brønnbåter og annen aktivitet knyttet til fiskeoppdrett.



Figur 4-5 Grunnstøtinger sammenlignet over to 10-årsperioder fordelt på fartøystype.

Videre er det naturlig å se på om endringen i antall grunnstøtingsulykker kan skyldes endringer i aktivitetsnivå. I AISyRisk-verktøyet har vi tilgjengelig AIS-data tilbake til 2015, og kan derfor se på utviklingen i utseilt distanse. Her skulle vi gjerne hatt utseilt distanse innenfor grunnlinjen, som er mest relevant for grunnstøtinger, så det må nevnes her at datagrunnlaget er alle norske farvann, herunder havområder. Figur 4-6 viser utvikling i utseilt distanse i norske

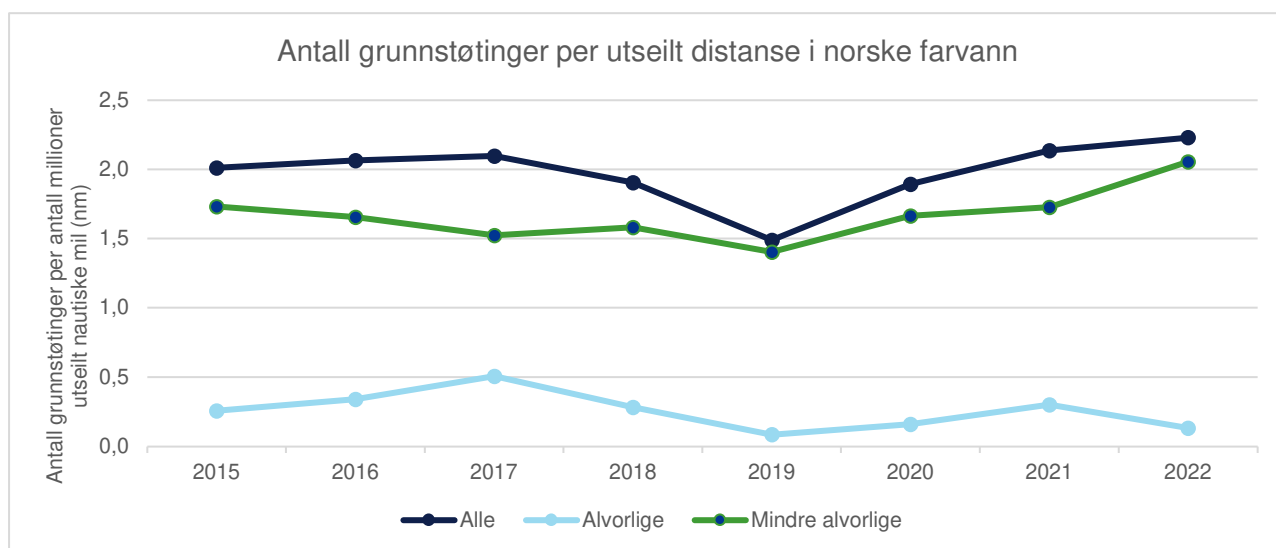
farvann frem til og med 2022, målt i seilt nautiske mil. Av figuren ser vi at de ikke har vært store endringer, og dermed blir det også vanskelig å identifisere noen særskilte trender. Sjøfartsdirektoratet forteller også at den norske flåten, som helhet, har vært relativt stabil de siste årene [2].



Figur 4-6 Utvikling i utseilt distanse i norske farvann, fra 2015 til og med 2022, målt i seilt nautiske mil.

Videre ser vi at nedgangen i ulykker frem til 2019 i alle fall ikke kan skyldes nedgang i aktivitetsnivå. Mengden utseilt distanse fra skip i norske farvann har økt jevnt fra 2015 og frem til 2019, en samlet økning på omtrent 9 %. Fra 2019 har utseilt distanse gått litt ned frem til 2022, mens ulykkene derimot har økt.

Figur 4-7 viser utviklingen i grunnstøtinger normalisert på utseilt distanse fra 2015 til og med 2022, her målt i antall grunnstøtinger per millioner seilt nautiske mil. Fremstillingen viser utviklingen for alvorlige grunnstøtinger (fartøy alvorlig skadet, sunket eller totalskadet), mindre alvorlige grunnstøtinger med liten eller ingen fartøysskade, samt alle grunnstøtinger.



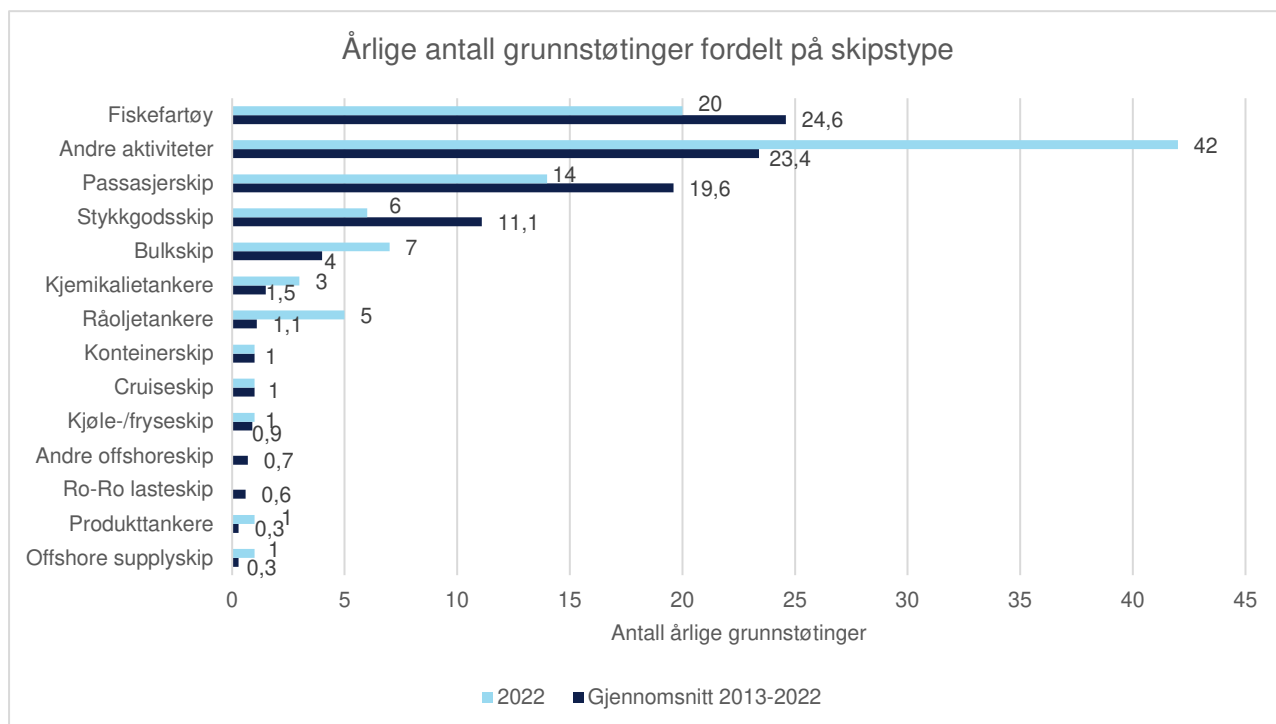
Figur 4-7 Utvikling i grunnstøtinger normalisert på utseilt distanse fra 2015 til og med 2022, målt i antall grunnstøtinger per millioner seilt nautiske mil.

Om økningen i grunnstøtinger de siste tre årene vitner om en reell økning i risikonivå er vanskelig å fastslå med sikkerhet. Det viser i alle fall en negativ utvikling for de mindre alvorlige grunnstøtingene, og at vi nå ligger på omtrent 10

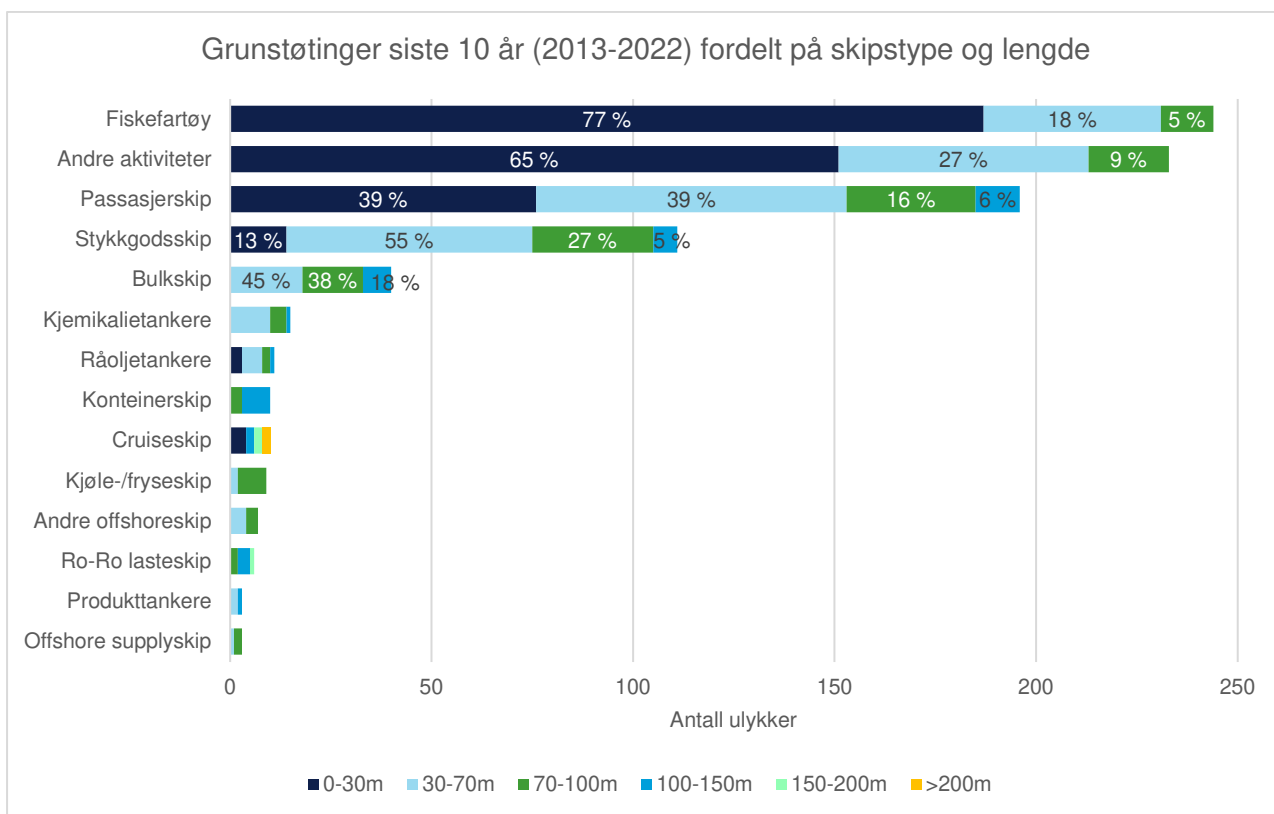
flere grunnstøtingsulykker årlig enn det som har vært snittet de siste 10-20 årene. Økningen fra 2021 til 2022 har imidlertid ikke vært så stor (fra 99 til 102 ref. Figur 4-4). De alvorlige grunnstøtingsulykkene holder seg forholdsvis på et lavere nivå med et snitt på 11,7 siden 2013. For diskusjon rundt innrapportering av ulykker henviser vi til kapittel 4.1.

4.2.2 Skipstyper og størrelser

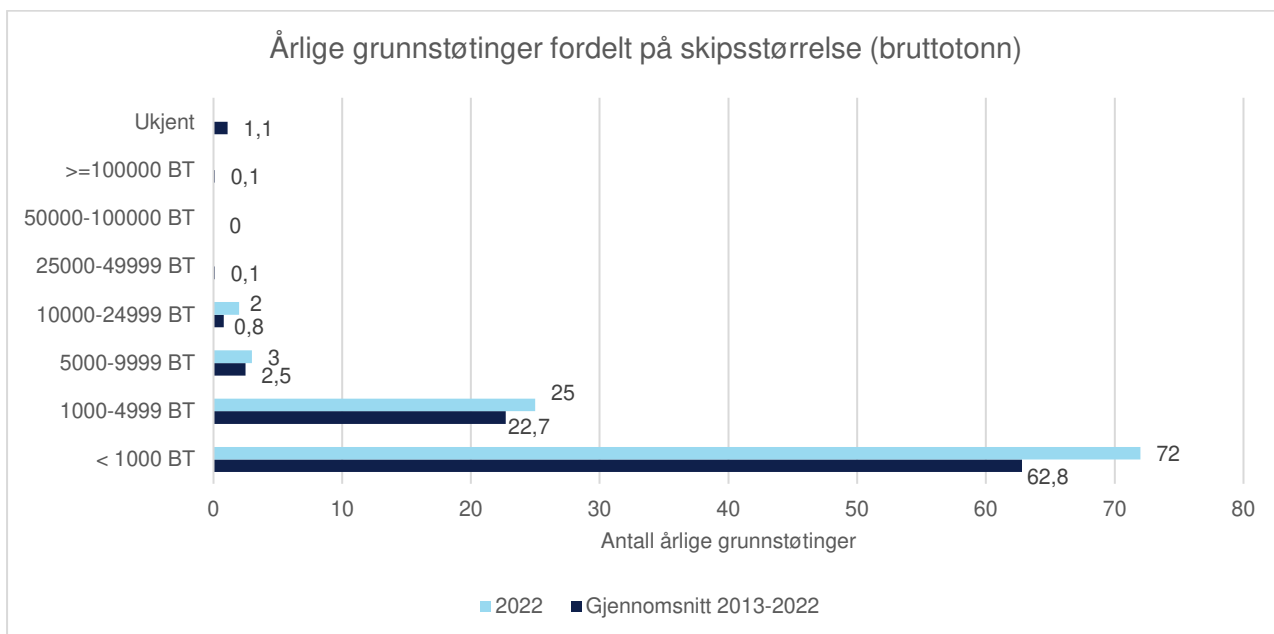
Figur 4-8 til Figur 4-11 viser antall grunnstøtinger for 2022, og gjennomsnitt siste 10 år (2013-2022), fordelt på skipstype, skipsstørrelse målt i bruttotonn og fartøyslengde. De skipstypene som har høyest ulykkeshyppighet er fiskefartøy, andre aktiviteter, passasjerskip og stykkgodsskip. I Figur 4-5 så vi at andre aktiviteter hadde økt kraftig når vi sammenlignet de siste to 10-årsperiodene. Vi ser den samme trenden her, at denne skipstypen har hatt en stor økning i 2022.



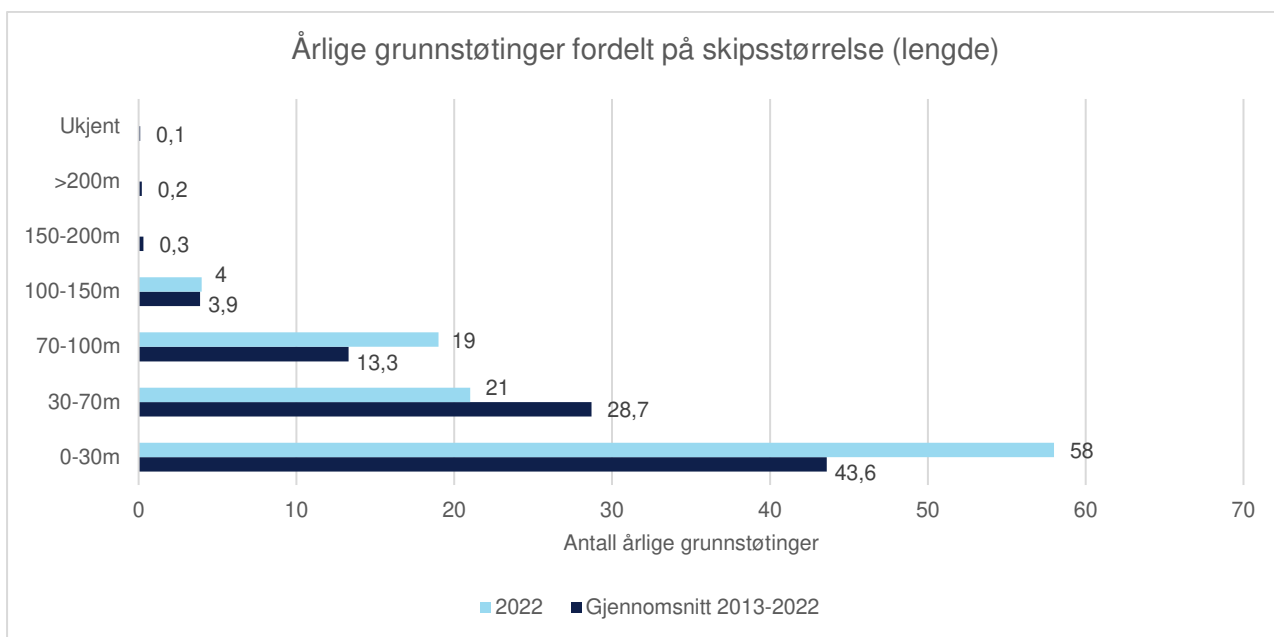
Figur 4-8 Antall grunnstøtinger fordelt på skipstype, for 2022 og gjennomsnitt siste 10 år (2013-2022).



Figur 4-9 Antall grunnstøtinger siste 10 år (2013-2022) fordelt på skipstype og lengdekategorier.



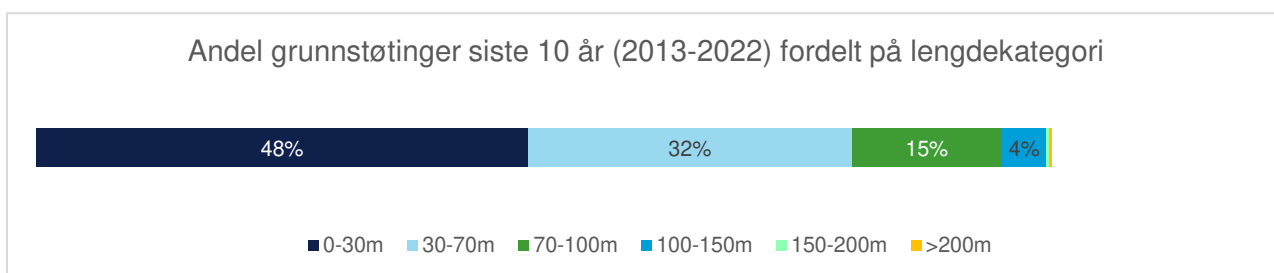
Figur 4-10 Antall grunnstøtinger fordelt på størrelse skip, for 2022 og gjennomsnitt siste 10 år (2013-2022).



Figur 4-11 Antall grunnstøtinger fordelt på skipslengde, for 2022 og gjennomsnitt siste 10 år (2013-2022).

Videre ser vi at den store andelen av grunnstøtinger inntreffer med skip under 1 000 BT, deretter fulgt av de i kategorien 1 000 - 5 000 BT. Det er de minste skipene (eller fartøyene) som har høyest ulykkeshyppighet. Den lengdekategorien som har økt mest i 2022 sammenlignet med snittet siste 10 år er 0-30 m, men også lengdekategorien 70-100 m har økt. Dermot ser vi en positiv nedgang i grunnstøtinger i lengdekategorien 30-70 m.

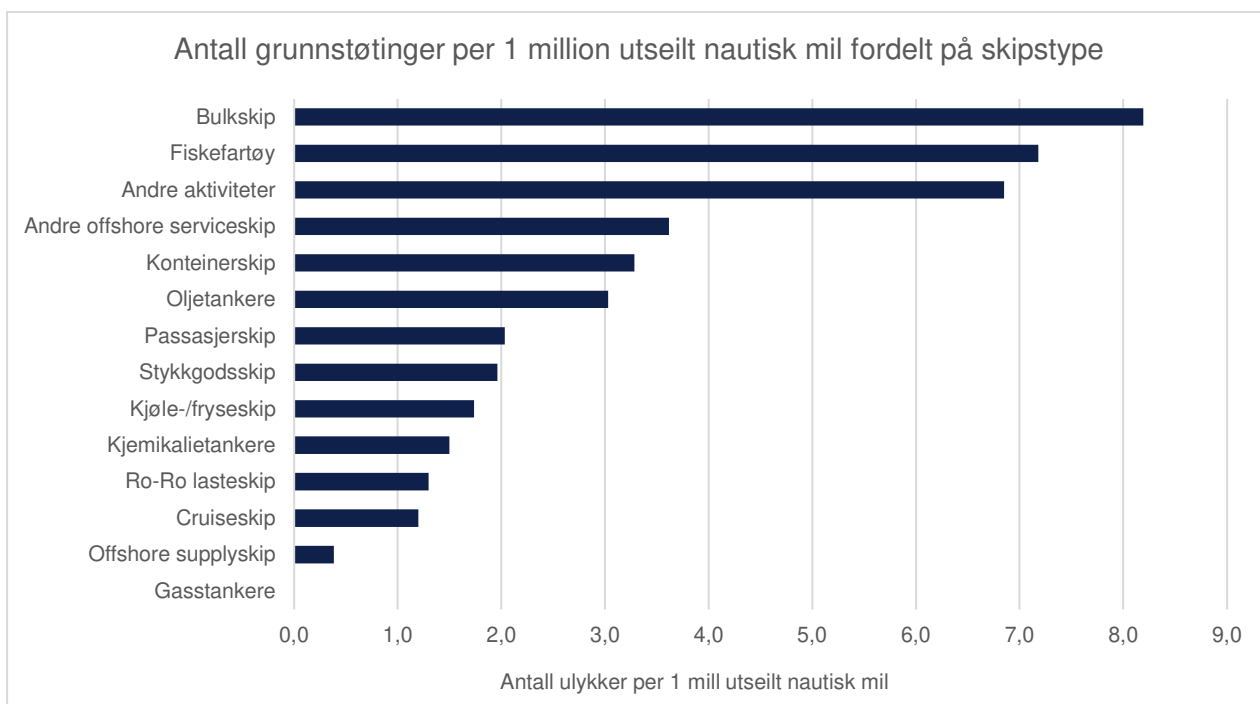
80 % av grunnstøtingene i norske farvann er med fartøy under 70m, 15 % med fartøy 70-100m og 4 % med fartøy 100-150m og kun 1 % med fartøy over 150m.



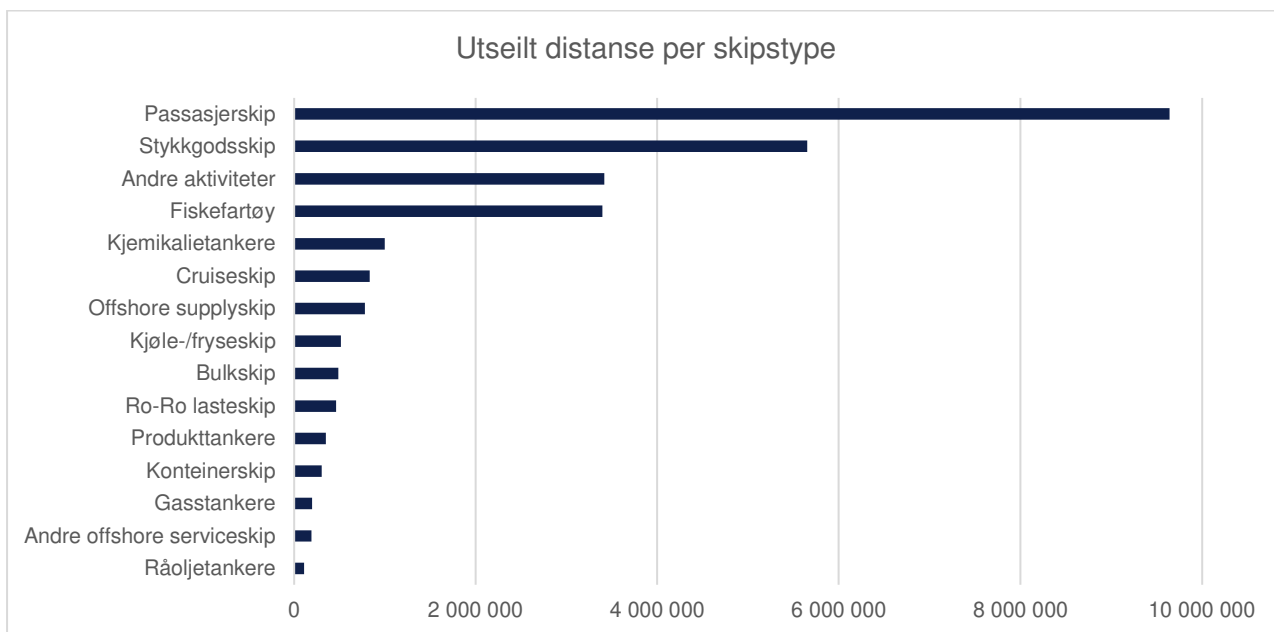
Figur 4-12 Andel grunnstøtinger siste 10 år (2013-2022) fordelt på lengdekategori.

Tar man hensyn til risikoeksponeringen til de ulike skipstypene får vi et litt annet bilde på fordelingen i ulykkesrisiko per skipstype. Vi har her sett på antall grunnstøtinger i forhold til mengden utseilt distanse. Her skulle vi gjerne hatt data for distansen innenfor grunnlinjen, men som et alternativ er det brukt segmentinndelingen i AISyRisk til å finne den utseilte distansen som er nærmest land.

Vi observerer at bulkskip, fiskefartøy and andre aktiviteter er de skipstypene som har flest grunnstøtinger per seilt nautisk mil. Figur 4-14 viser den utseilte distansen (antall nautiske mil) fordelt på skipstype.



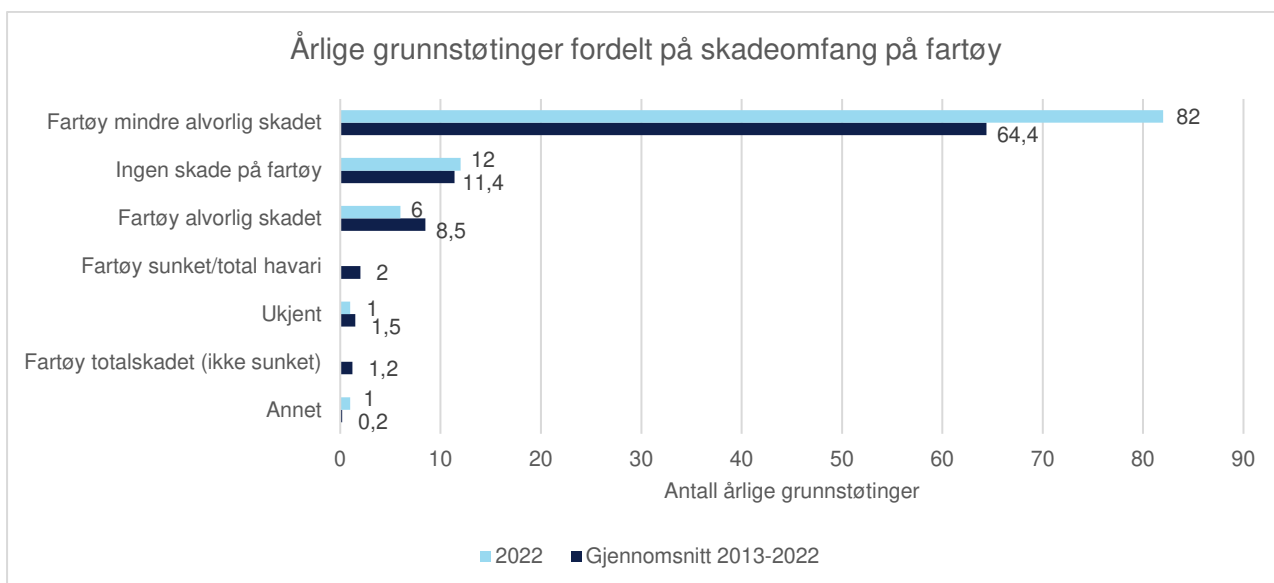
Figur 4-13 Antall grunnstøtinger per 1 million utseilt nautisk mil fordelt på skipstype.



Figur 4-14 Utseilt distanse (nautisk mil) fordelt på skipstype.

4.2.3 Skadeomfang

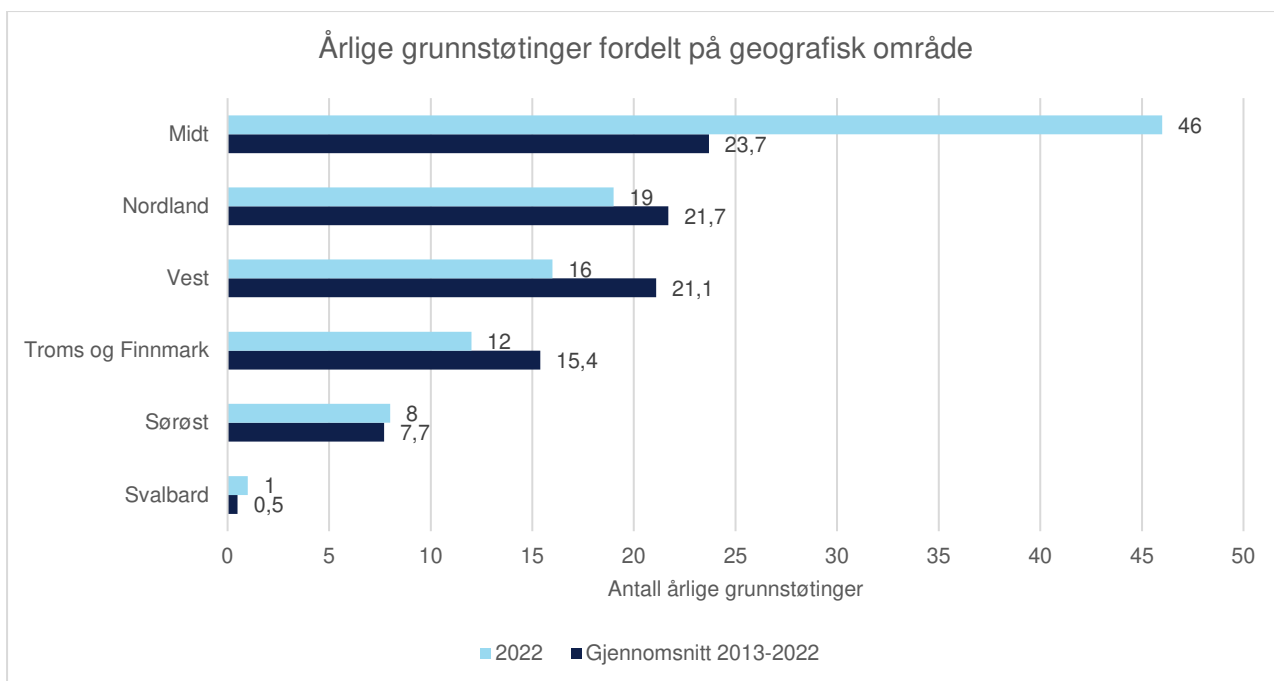
Figur 4-15 viser antall grunnstøtinger fordelt på skadeomfang fartøy, for 2022 og gjennomsnitt siste 10 år (2013-2022). Den største andelen grunnstøtinger forårsaker kun mindre alvorlige skader, og det er også denne skadekategorien som har økt mest i 2022.



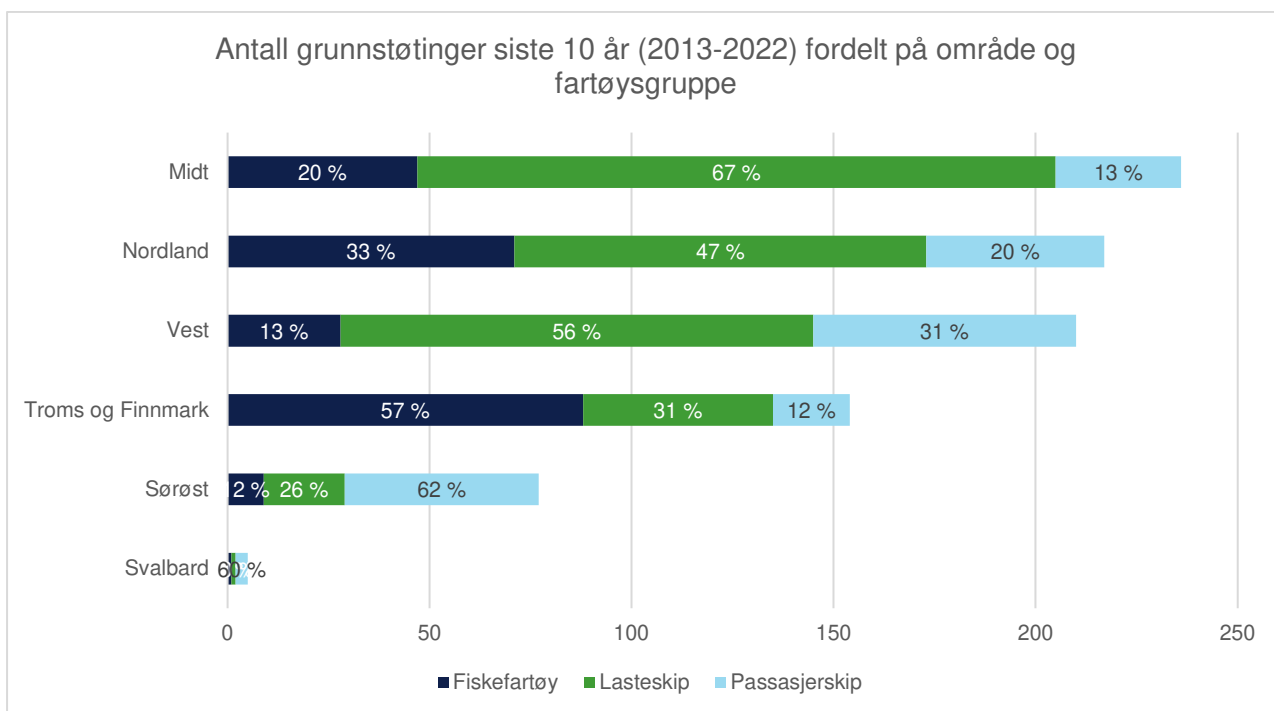
Figur 4-15 Antall grunnstøtinger fordelt på skadeomfang fartøy, for 2022 og gjennomsnitt siste 10 år (2013-2022).

4.2.4 Geografisk område

Både gjennomsnittet de siste 10 årene og 2022 viser at det er i området Midt det har forekommet flest grunnstøtinger. Sammenlignet med snittet de siste årene var det tilnærmet en dobling i dette området i 2022. Den geografiske utstrekningen av dette området er vist i kapittel 3.2.



Figur 4-16 Antall grunnstøtinger fordelt på geografisk område, for 2022 og gjennomsnitt siste 10 år (2013-2022).



Figur 4-17 Antall grunnstøtinger siste 10 år (2013-2022) fordelt på geografisk område og fartøygruppe.

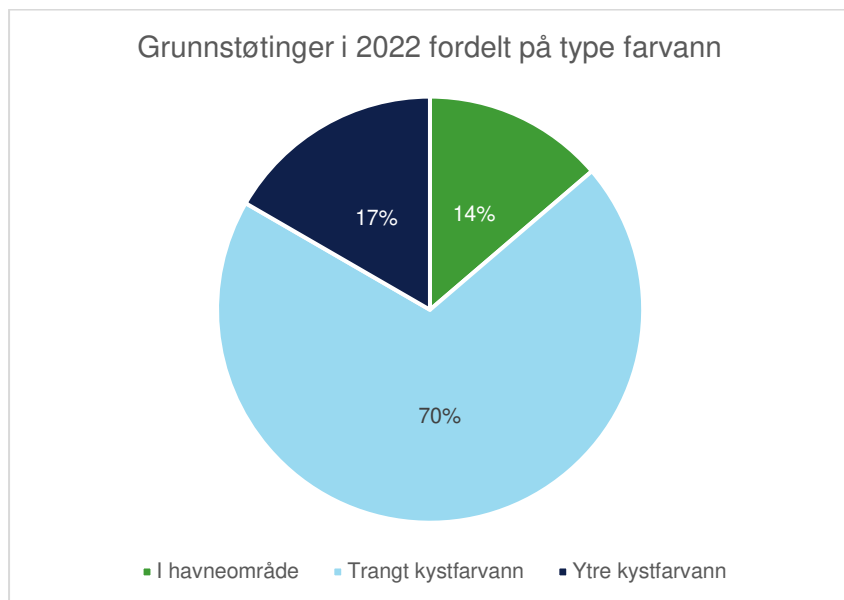
Som det kommer frem av Figur 4-17 og Tabell 4-1 er det store geografiske forskjeller i hvilke skipstyper som er mest utsatt for grunnstøtinger.³ I områdene Midt og Nordland domineres antall grunnstøtinger av skipskategoriene «andre aktiviteter» og fiskefartøy. På Svalbard er det passasjerskip som har høyest hyppighet av grunnstøtinger, og det samme ser vi i områdene Sørøst og Vest, mens i Troms og Finnmark er det grunnstøtinger med fiskefartøy som har hatt høyest hyppighet. Merk at vi her har sett på antall ulykker. Hvor stor andelen av flåten som utgjøres av ulike fartøysgrupper varierer mellom landsdelene.

Tabell 4-1 Grunnstøtinger siste 10 år (2013-2022), fordelt på geografisk område og skipstype. Summen av grunnstøtinger (fordelt på skipstype) per område blir 100 %, dvs. hver rad i tabellen summeres opp til 100 %.

	Andre aktiviteter	Andre offshoreskip	Bulkskip	Cruiseskip	Fiskefartøy	Kjemikalietankere	Kjøle-/fryseskip	Konteinerskip	Offshore supplyskip	Passasjerskip	Produkttankere	Ro-Ro lasteskip	Råoljetankere	Stykkgodsskip
Midt	39 %	1 %	4 %	0 %	20 %	2 %	2 %	1 %	1 %	12 %	0 %	1 %	2 %	15 %
Nordland	25 %	0 %	6 %	0 %	33 %	2 %	1 %	0 %	0 %	20 %	0 %	0 %	1 %	11 %
Svalbard	20 %	0 %	0 %	20 %	20 %	0 %	0 %	0 %	0 %	40 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Sørøst	8 %	0 %	6 %	3 %	12 %	0 %	0 %	4 %	0 %	60 %	1 %	0 %	0 %	6 %
Troms og Finnmark	19 %	1 %	1 %	1 %	57 %	1 %	1 %	0 %	0 %	10 %	0 %	0 %	2 %	6 %
Vest	25 %	1 %	5 %	1 %	13 %	2 %	1 %	2 %	0 %	29 %	0 %	1 %	0 %	18 %

³ For mer detaljert statistikk for utseilt distanse fordelt på områder og fartøystyper henviser vi til AISyRisk nettsiden til Kystverket (<https://aisyrisk.no/>)

Figur 4-18 viser antall grunnstøtinger i 2022 fordelt på type farvann, og her ser vi naturlig nok at det er flest grunnstøtinger i trangt kystfarvann, og en mindre andel i ytre kystfarvann og havneområder. Dette er kategoriseringen som er definert i SDU, og vi har ingen områdedefinisjon av kategoriene.

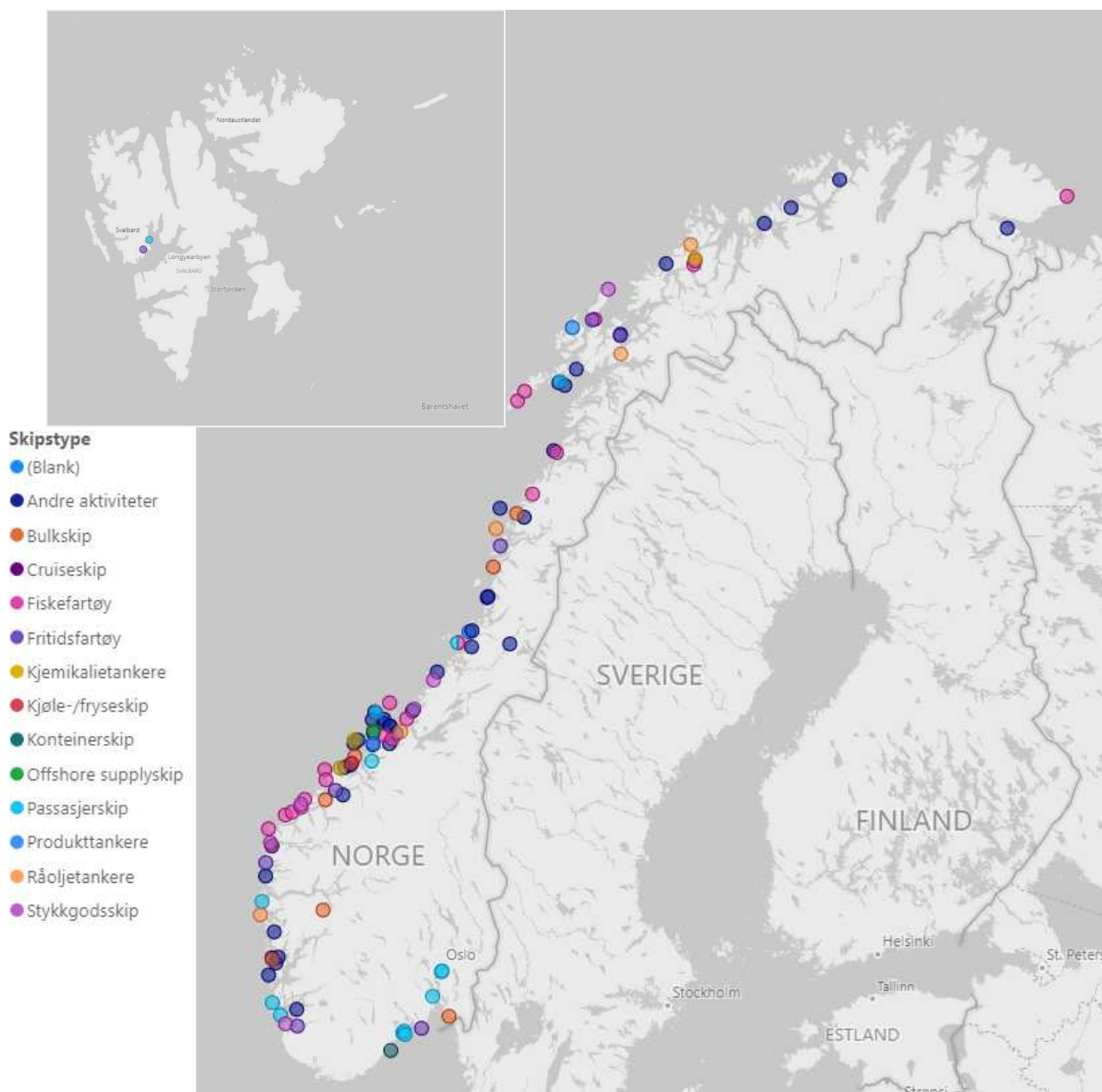


Figur 4-18 Antall grunnstøtinger i 2022 fordelt på type farvann.

I Figur 4-19 er alle 102 grunnstøtinger i 2022 presentert i et tetthetsplott. Figuren viser den geografiske spredningen av ulykkene med omtrentlig lokasjonsangivelse. Grunnstøtingene er spredt utover hele kysten, men det er likevel noen områder som har en litt høyere tetthet av hendelser.

For hvert område observeres følgende:

- På Svalbard har de få grunnstøtingene som har inntruffet lokalisert rundt Isfjorden
- I Nordland og Troms og Finnmark er det stor geografisk spredning
- I området Midt-Norge er det farvann rundt Hitra og Frøya, og sørover til Molde som har høyest hyppighet.
- I vest er det også spredning i grunnstøtingene, men relativt lite sørover fra Stavanger.
- I Sørøst er det færre ulykker, og relativt stor geografisk spredning.



Figur 4-19 Lokasjon på grunnstøtinger i 2022 presentert grafisk. Blank=Ukjent fartøystype.

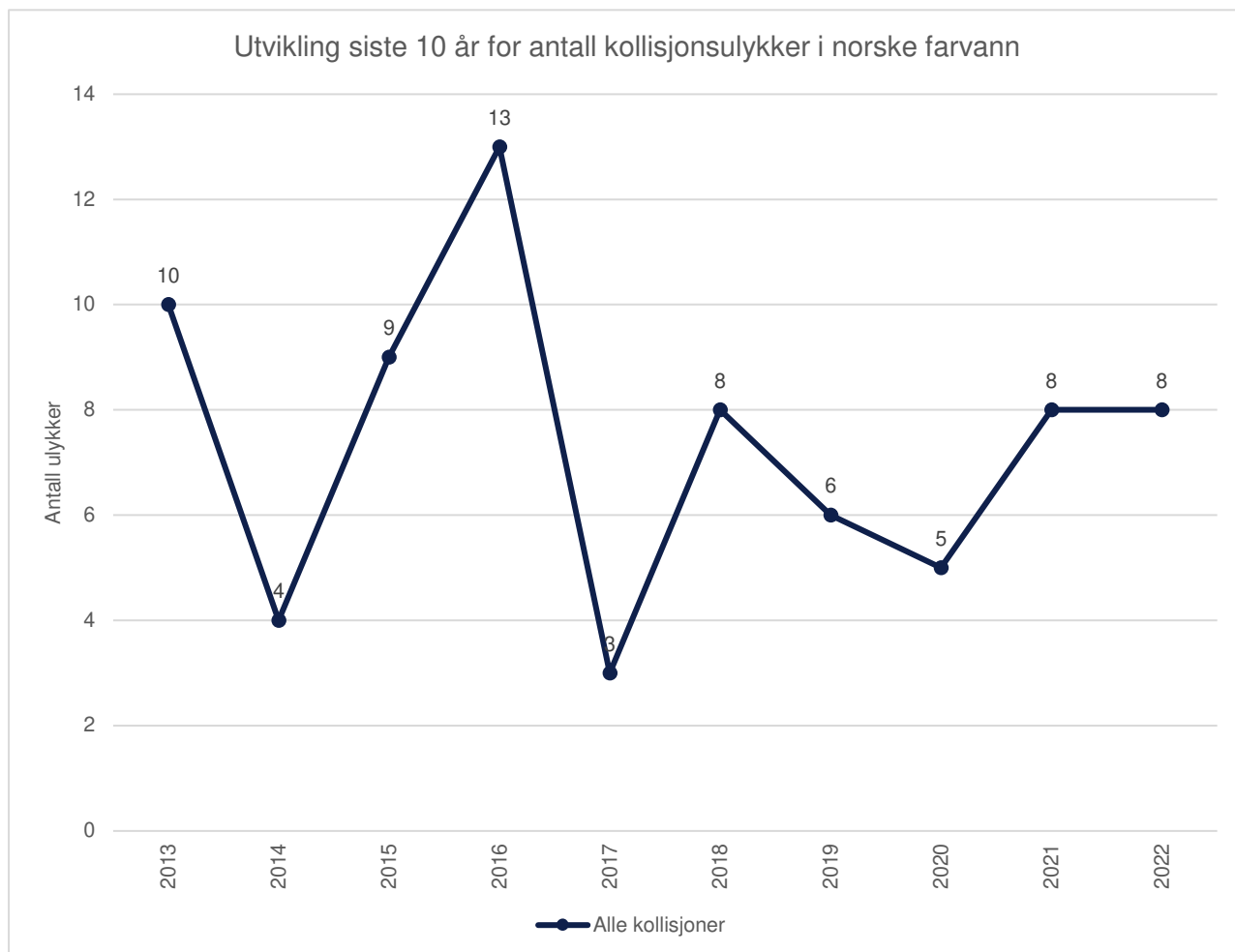
4.2.5 Unike fartøy

Det er registrert grunnstøtinger med 705 unike fartøy siden 2013 i databasen til Sjøfartsdirektoratet. De aller fleste av disse fartøyene har hatt én grunnstøting, men det er fem (5) fartøy som står registrert med fire (4) grunnstøtinger, mens det er 22 fartøy som har hatt tre (3) grunnstøtinger i denne perioden. Merk at vi her har kategorisert på fartøysnavn, og ikke annen fartøysidentifikasjon, dermed kan det være noe unøyaktighet.

4.3 Kollisjonsulykker – nåsituasjon og utvikling siste 10 år

4.3.1 Utvikling

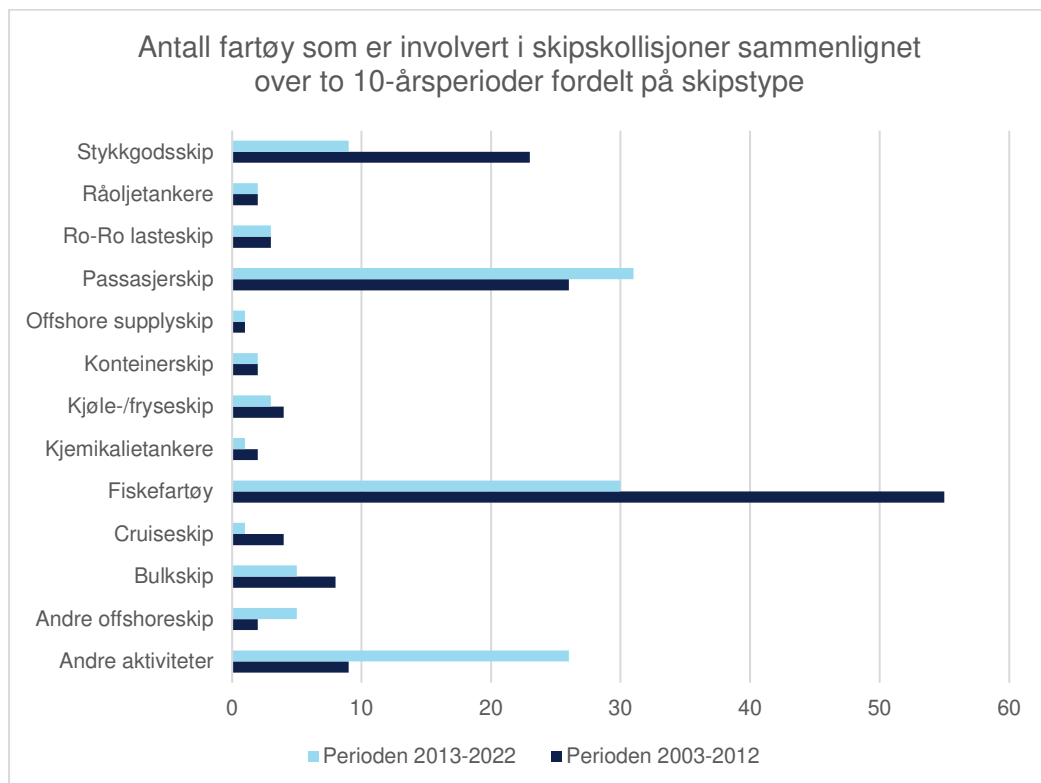
For kollisjonsulykker har utviklingen vært veldig varierende. Det er generelt få kollisjoner i norske farvann, sammenlignet med grunnstøtinger. Det at det i seg selv er relativt få ulykker gjør at det kan bli store årlige variasjoner. Spesifikke linjer for mindre alvorlige og alvorlige kollisjonsulykker er ikke tatt med i grafen da hvert fartøy som er med i en kollisjon kan ha ulikt skadeomfang, og summen av ulike skadekategorier på fartøy blir da «feil» i forhold til totale antall hendelser som vi fremstiller her. Det er imidlertid de mindre alvorlige, med liten eller ingen fartøyskade, som er dominerende (med ca. 80 %), og som derfor i stor grad er styrende for utviklingen i totale antall skipskollisjoner. Utviklingen for de alvorlige kollisjonene (med alvorlig skade, totalskade eller sunket) har, generelt sett vært veldig lav. Siste alvorlige kollisjonsulykke var i 2018, og før det lå det på omtrent 1-3 alvorlige ulykker årlig. Det høyeste antallet kollisjoner som er registrert gjennom denne perioden er 13, som ble registrert i 2016.



Figur 4-20 Utvikling i årlig antall kollisjonsulykker i norske farvann siste 10 år. Alle kollisjoner inkluderer alvorlige hendelser, mindre alvorlige hendelser, samt hendelser med ukjent skadeomfang. Ved skipskollisjon hvor to fartøyer er involvert telles dette her som én kollisjonshendelse.

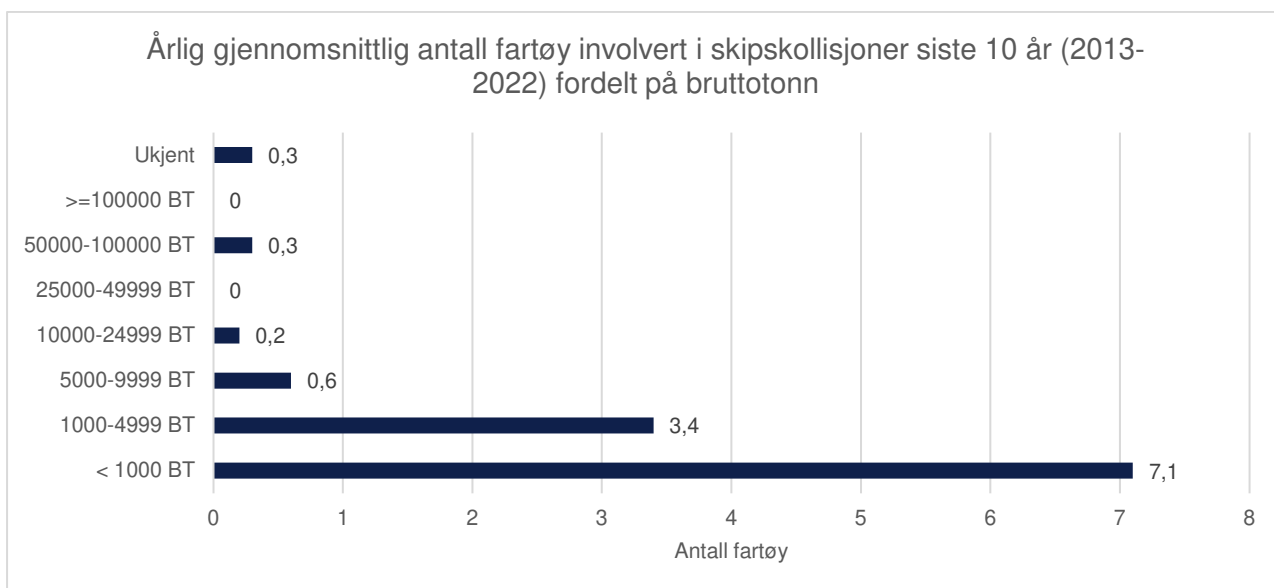
4.3.2 Skipstyper og størrelser

I Figur 4-21 ser vi hvordan antall fartøy, som er involvert i skipskollisjoner, er fordelt på skipstype, og hvordan utviklingen har vært når vi sammenligner de siste 10 årene med forrige 10-årsperiode. Her ser vi at det er fartøy i kategorien «andre aktiviteter» som har hatt en kraftig økning i antallet kollisjoner. Samme type fartøy hadde også en økning i antall grunnstøtinger. Dette er typiske fartøy som brønnfartøy, arbeidsbåter, taubåter, mindre servicefartøy og redningsfartøy. Hvorvidt disse fartøyene er knyttet til havneoperasjoner, terminaler, fiskeoppdrett eller andre operasjoner/næringer er ikke mulig å lese av datasettet. Fiskefartøy og stykkgodsskip har hatt en stor nedgang i antall kollisjoner.

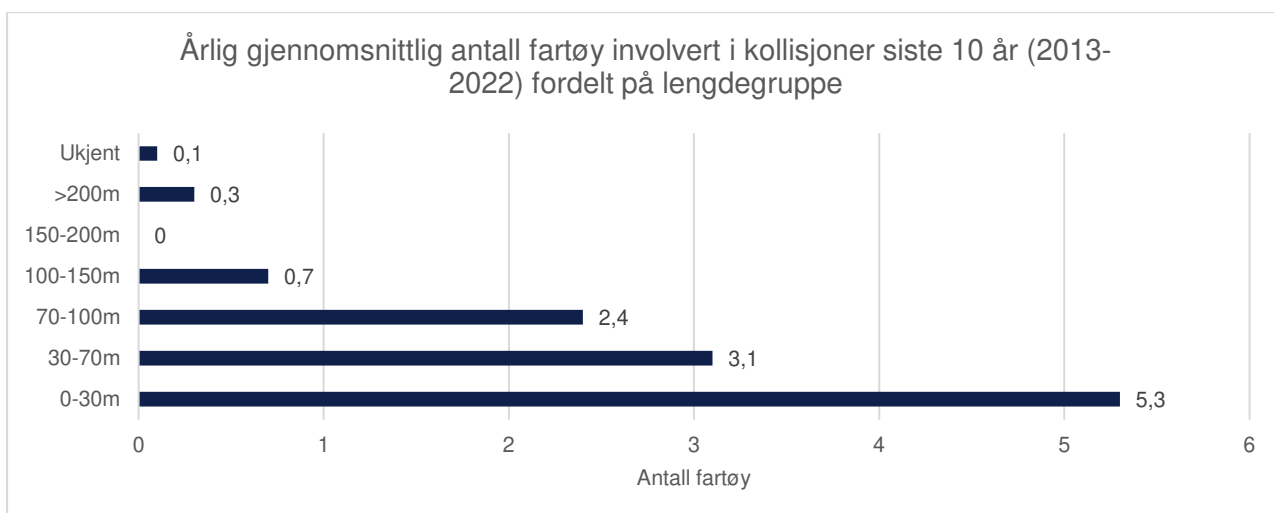


Figur 4-21 Antall fartøy som er involvert i skipskollisjoner sammenlignet over to 10-årsperioder fordelt på skipstype. Fremstillingen gir ikke antall unike fartøy, og ved kollisjonshendelser hvor to fartøy er med regnes dette her som to fartøyshendelser. Dette for å få riktig fordeling ned på skipstyper.

Figur 4-22 og Figur 4-23 viser årlig gjennomsnittlig antall fartøy involvert i kollisjoner siste 10 år (2013-2022), fordelt på henholdsvis skipsstørrelse målt i bruttotonn og fartøyslengde.



Figur 4-22 Årlig gjennomsnittlig antall fartøy involvert i skipskollisjoner fordelt på størrelse skip siste 10 år (2013-2022).



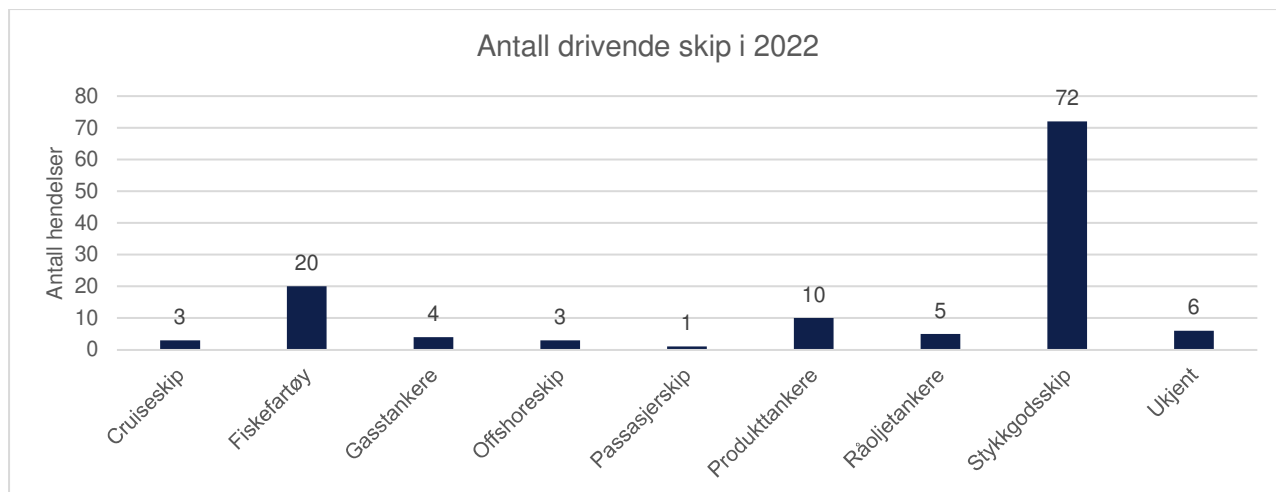
Figur 4-23 Årlig gjennomsnittlig antall fartøy involvert i skipskollisjoner fordelt på skipslengde siste 10 år (2013-2022).

Vi ser at den store andelen av kollisjoner inntreffer med skip under 1 000 BT og 1 000 til 5 000 BT, med fartøyslengde under 100m. Det er de minste skipene (eller fartøyene) som har høyest ulykkeshyppighet.

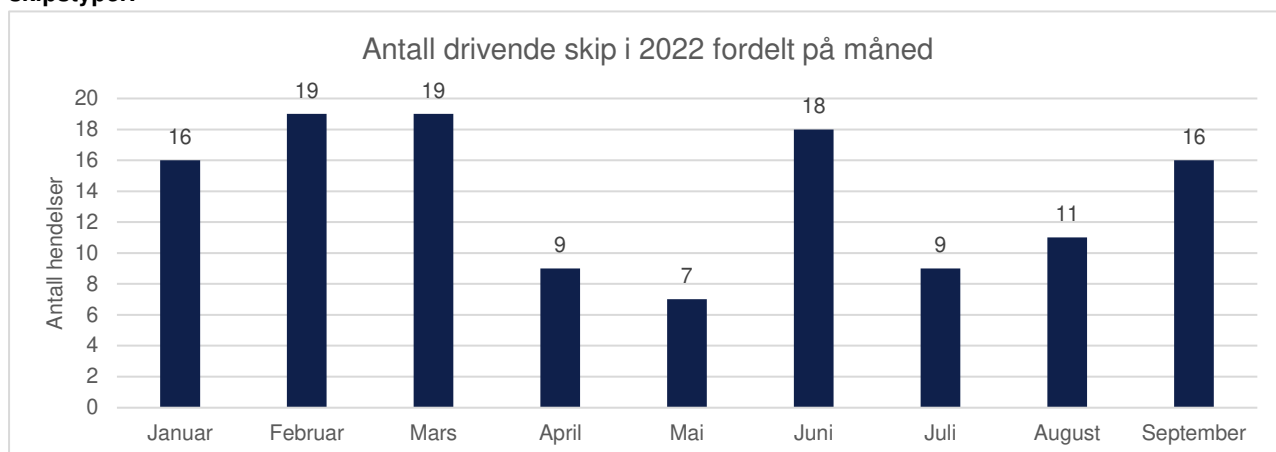
4.4 Drivende skip

Figur 4-24, Figur 4-25 og Figur 4-26 viser antall drivende skip i perioden 1. januar til 1. oktober 2022 fordelt på henholdsvis skipstyper måned og registrert alvorlighetsgrad. Totalt 124 hendelser i denne perioden. Hendelsene er registrert av Vardø VTS. Stykkgodsskip peker seg ut som den skipstypen som har høyeste antall hendelser (72 hendelser, som utgjør 58 % av totalt antall hendelser). Det er vanskelig å tyde noen sesongvariasjoner som peker seg ut som dominerende, eller om dette er naturlig variasjon per måned. Det er en liten overvekt av hendelsene som er

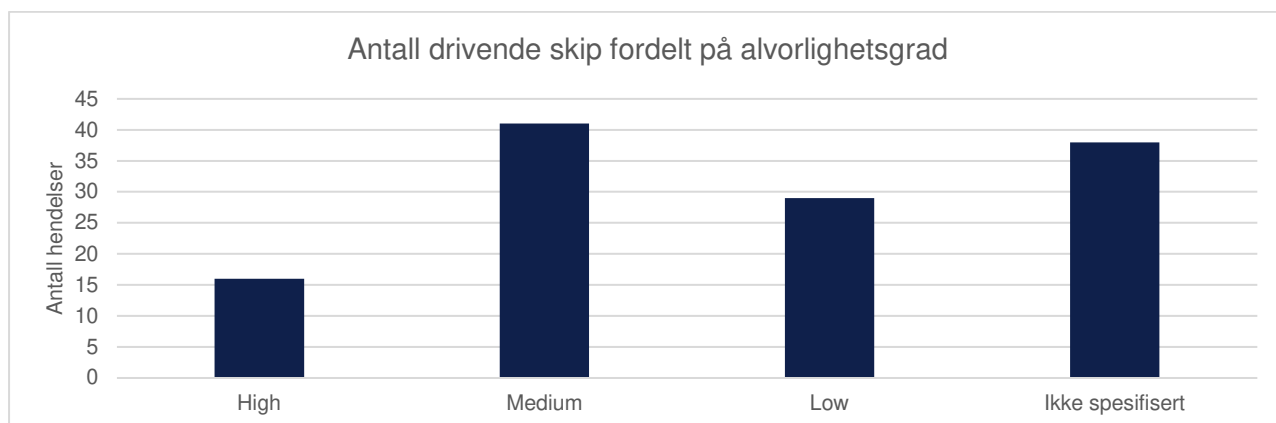
registrert med medium alvorlighetsgrad. Vi har imidlertid ikke informasjon som beskriver hva som inngår i de ulike alvorlighetskategoriene.



Figur 4-24 Antall hendelser registrert med drivende skip i perioden 1. januar til 1. oktober 2022 fordelt på skipstyper.

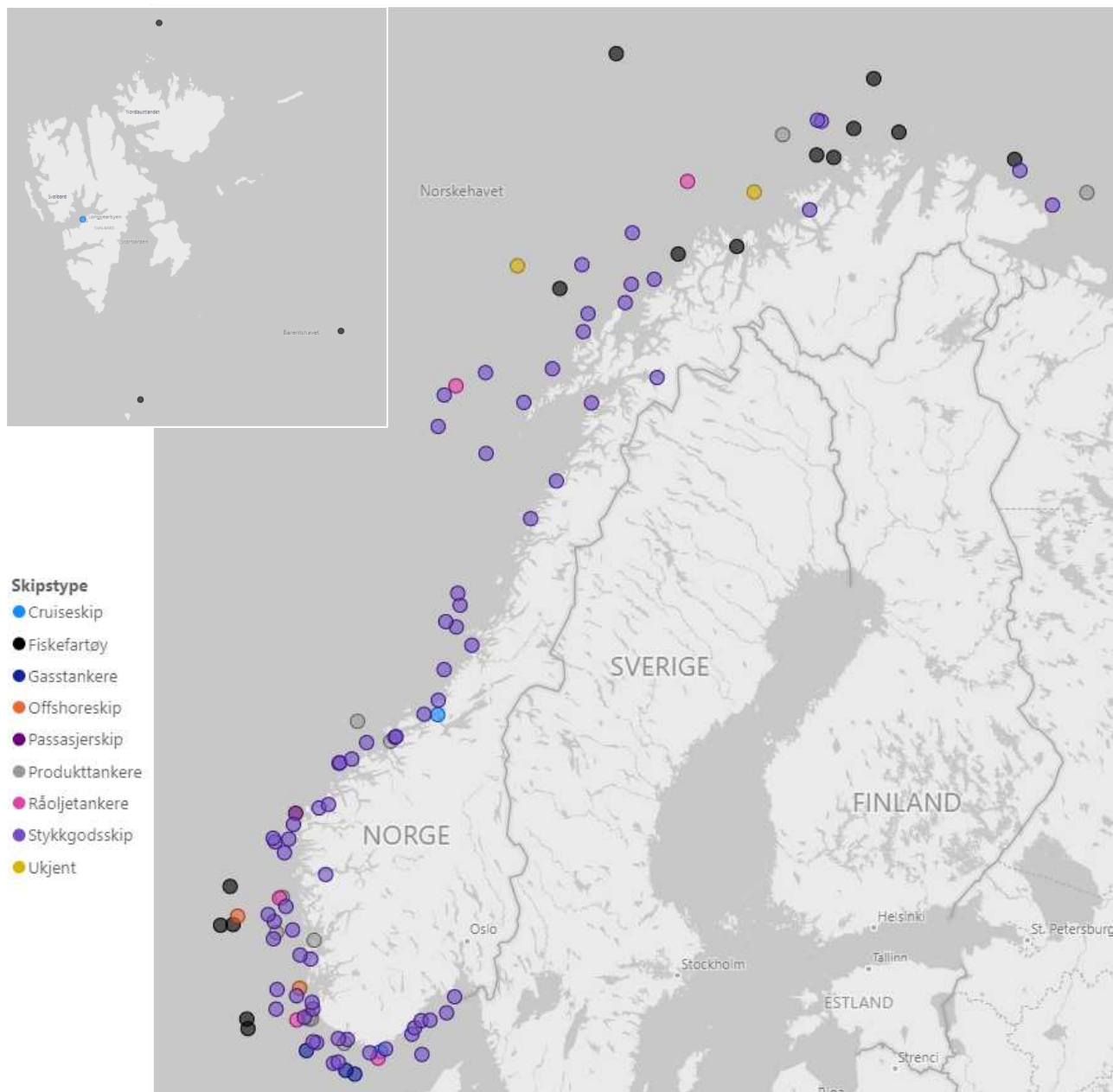


Figur 4-25 Antall hendelser registrert med drivende skip i perioden 1. januar til 1. oktober 2022 fordelt på måneder.



Figur 4-26 Antall hendelser registrert med drivende skip i perioden 1. januar til 1. oktober 2022 fordelt på registrert alvorlighetsgrad.

Figur 4-27 viser geografisk lokasjon på registrerte drivende skip i perioden 1. januar til 1. oktober 2022, kategorisert på skipstype. Her ser vi hvordan hendelser med stykkgodsskip er dominerende og er geografisk spredt i norske farvann. Hyppigheten av hendelser med fiskefartøy er høyest i Troms og Finnmark, samt i område Vest (Nordsjøen).



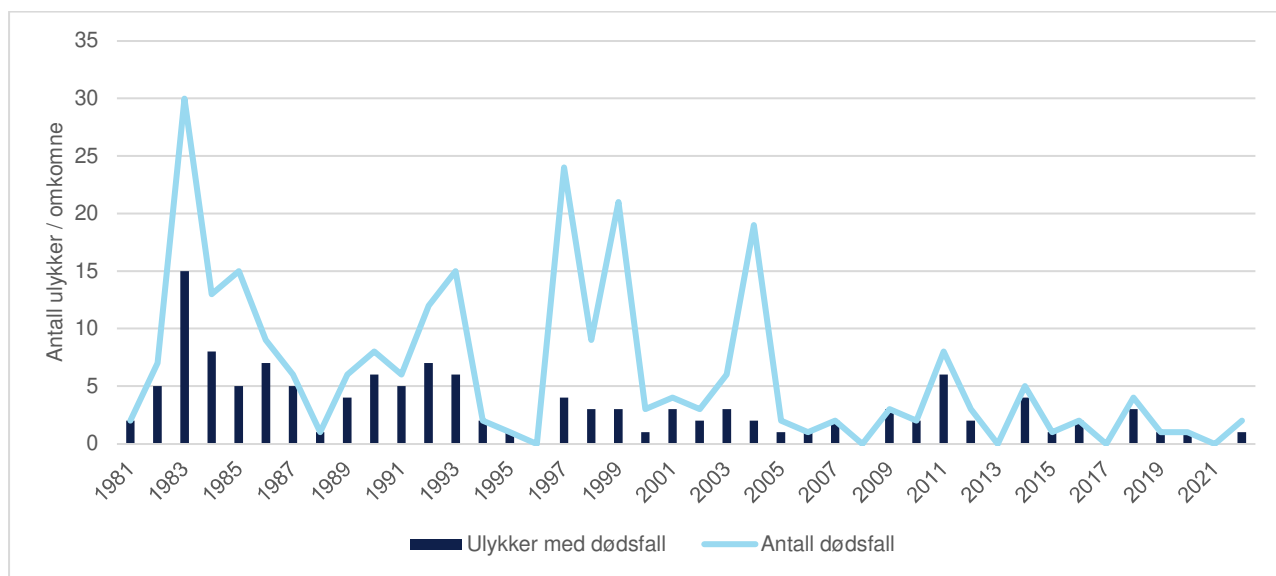
Figur 4-27 Lokasjon på registrerte drivende skip i perioden 1. januar til 1. oktober 2022, kategorisert på skipstype. Merk her at container og bulk ofte er registrert som stykkgods av Kystverket, derfor finnes ikke egne kategorier for disse.

4.5 Ulykker med tap av liv

Figur 4-28 viser årlig antall dødsulykker sammenstilt med årlig antall omkomne i norske farvann. Merk at vi her ser på alle skipsulykker, og ikke utelukkende på navigasjonsulykker. Arbeidsulykker er ikke inkludert. Denne statikken er også hentet direkte fra Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase, og det er ikke foretatt noen kvalitetssikring eller «vasking» av dataene. Det er kjent at det er mangler ved statistikken for antall omkomne, da det kan være ulykkehendelser som ikke

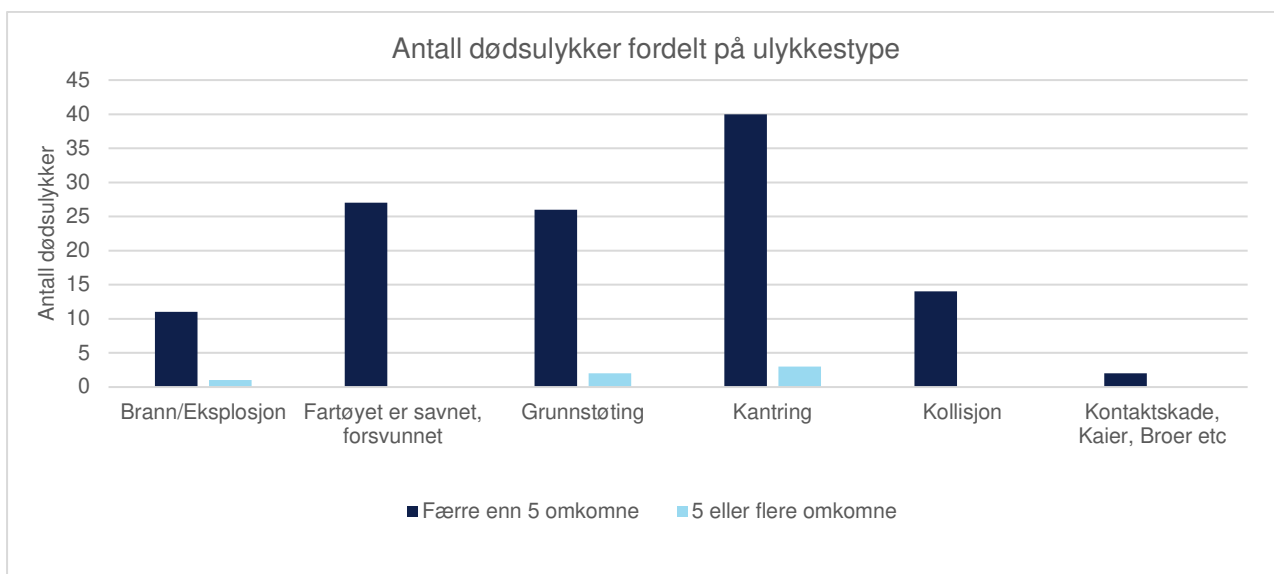
er med i datasettet. Dette kommenterte vi også ved forrige Sjøsikkerhetsanalyse i 2014. Ulykken med «Leros Strengt» i 1997 med 20 omkomne er eksempelvis ikke i dataene for omkomne i SDU, men er lagt på manuelt. Det er ikke foretatt noen ytterligere kvalitetssikring som nevnt over.

Statistikken er preget av store, årlige variasjoner. I perioden sett under ett, virker det imidlertid å være lengre mellom toppårene i siste halvdel av perioden enn den første. Karakteristisk for årene med mange omkomne, er et høyt antall omkomne *per* ulykke. I årene med færre omkomne, er antall dødsulykker og antall omkomne nærmest sammenfallende. En ser dermed at en viktig driver for antall omkomne er store ulykker.



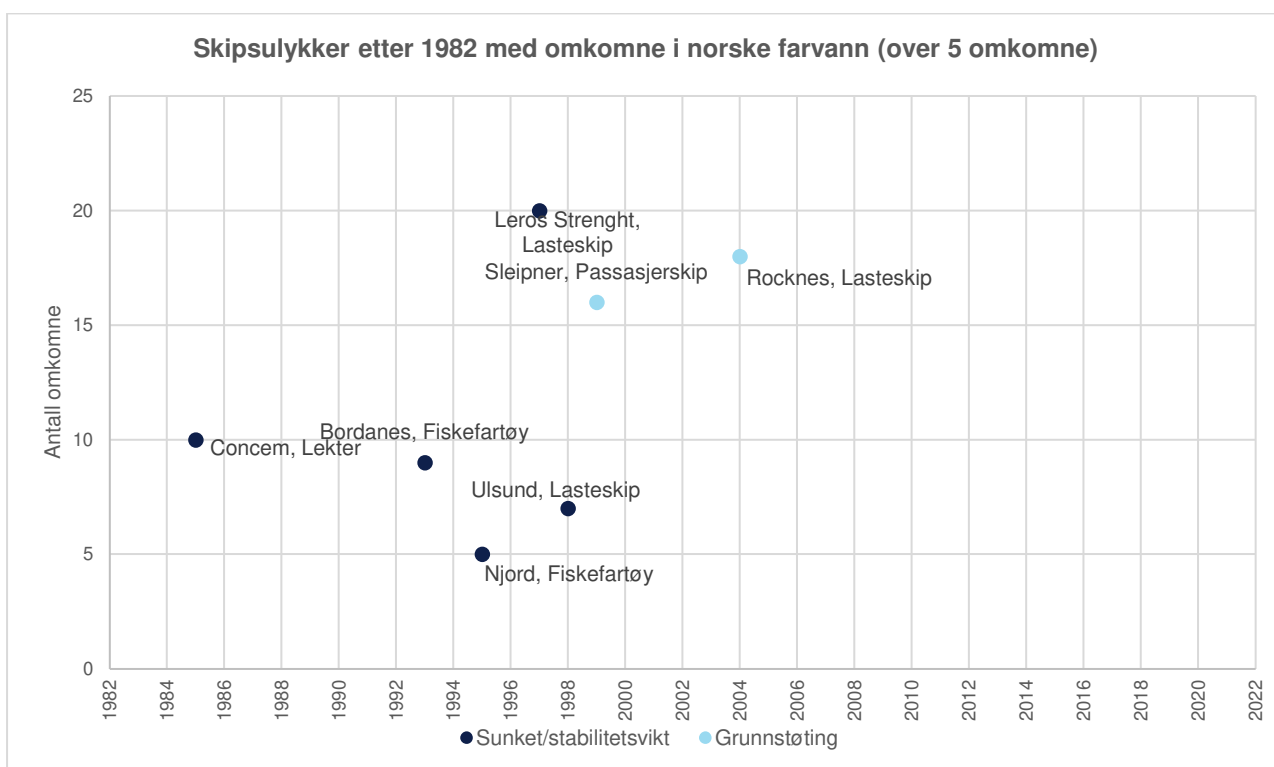
Figur 4-28 Årlig antall dødsulykker og årlig antall omkomne i perioden. Merk at ulykkene her kun går frem til 1. juli 2022.

Figur 4-29 viser at den hyppigste ulykkestypen blant dødsulykker er kantringer. Figuren viser også at ulykker med færre enn fem omkomne forekommer betraktelig oftere enn ulykker med flere omkomne. Fordelingen mellom dødsulykker som følge av savnede fartøy og grunnstøtinger er noenlunde lik, mens hyppigheten er noe lavere for kollisjoner. Her er det verdt å notere at årlig antall grunnstøtinger er svært mye høyere enn årlig antall kollisjoner. Det er på langt nær like stor forskjell mellom antall kollisjoner og grunnstøtinger som fører til dødsfall, ettersom kollisjoner kun utgjør rundt 8 % av alle navigasjonsulykker, som tyder på at dødeligheten er høyere for skipskollisjoner sammenlignet med grunnstøtinger. Det er dog ingen registrerte skip som har vært involvert i kollisjoner der fem eller flere har omkommet, mens dette er tilfellet for grunnstøtinger, kantringer og brann- og eksplosjonsulykker.



Figur 4-29 Sammenheng mellom ulykkestype og antall omkomne, totalt for hele perioden (1981 til 2022).

Som vist i Figur 4-28, har det siden 1982 vært få navigasjonsulykker⁴ i norske farvann med mange omkomne. En grafisk fremstilling av ulykker der fem eller flere mennesker har omkommet er gitt i Figur 4-30. En slik ulykke har ikke hendt i norske farvann siden grunnstøtingsulykken med fiskefartøyet Njord i 1995.

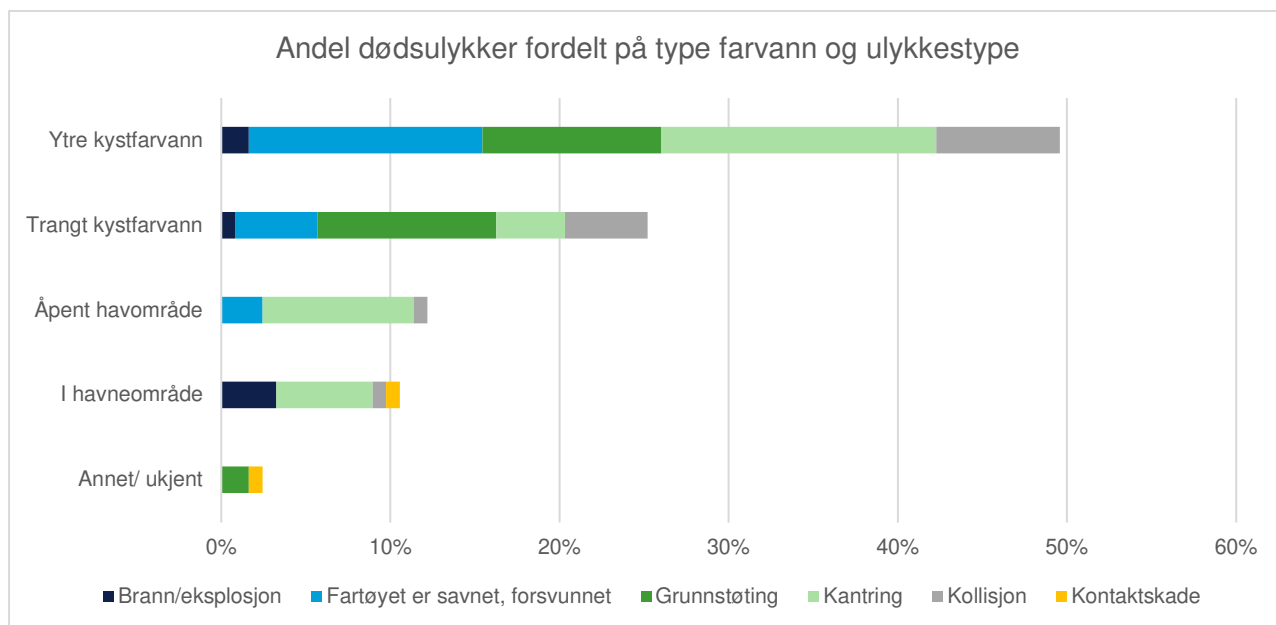


Figur 4-30 Skipsulykker etter 1982 med et stort antall omkomne i norske farvann (fem eller flere omkomne)⁵.

⁴ Navigasjonsulykker ekskluderer brann/eksplosjon.

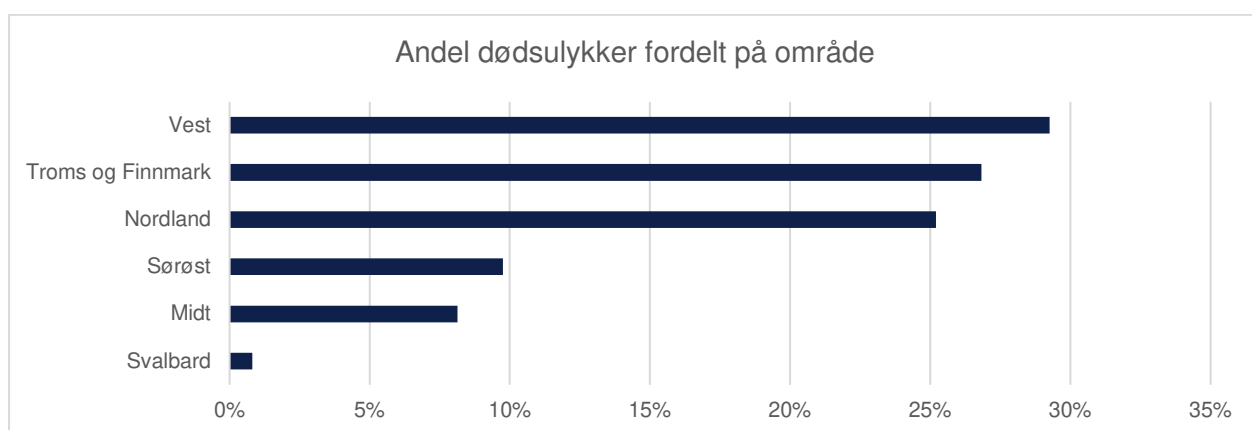
⁵ Ulykken med Bordanes er lagt på manuelt i datasettet da den ikke fantes i SDU.

Figur 4-31 viser i hvilke farvann dødsulykker forekommer. En kan se at ytre kystfarvann er det hyppigst forekommende farvannene i denne statistikken. Av totalt 123 dødsulykker som har forekommet i norske farvann i hele perioden har 50 % inntruffet i ytre kystfarvann (61 dødsulykker).



Figur 4-31 Andel dødsulykker 1981-2022 fordelt på type farvann, inkludert hendelser med savnede personer.

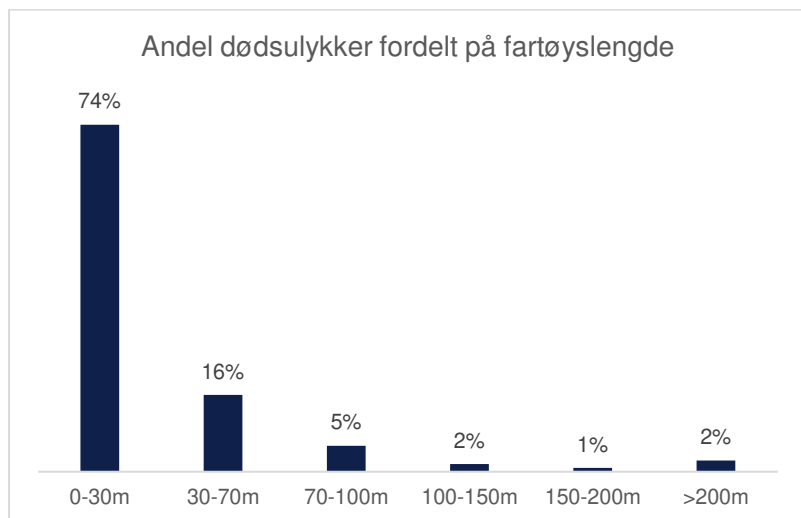
Figur 4-32 viser at dødsulykker forekommer i alle regioner. Antallet dødsulykker er imidlertid for lavt til at det forekommer ulykker i alle regioner hvert år. Dette gjør det vanskelig å angi i hvilken grad denne geografiske faktoren driver dødsulykker. Av totalt 121 dødsulykker gjennom hele perioden har 36 inntruffet i Vest (29 %), 33 inntruffet i Troms og Finnmark (27 %), 31 har inntruffet i Nordland (25 %), 12 (10 %) i Sørøst og 1 (1 %) på Svalbard.



Figur 4-32 Andel dødsulykker fordelt på områder.

En kan i relasjonen mellom antall dødsulykker og fartøys lengde (Figur 4-33) se at fartøy over 70 meter svært sjeldent er involvert i dødsulykker. Fartøy med relativt lav bruttotonnasje er altså overrepresentert i statistikken over antall dødsulykker. Denne beskrivelsen sammenfaller med fordelingen over fartøygruppene i Figur 4-34, hvor det fremkommer

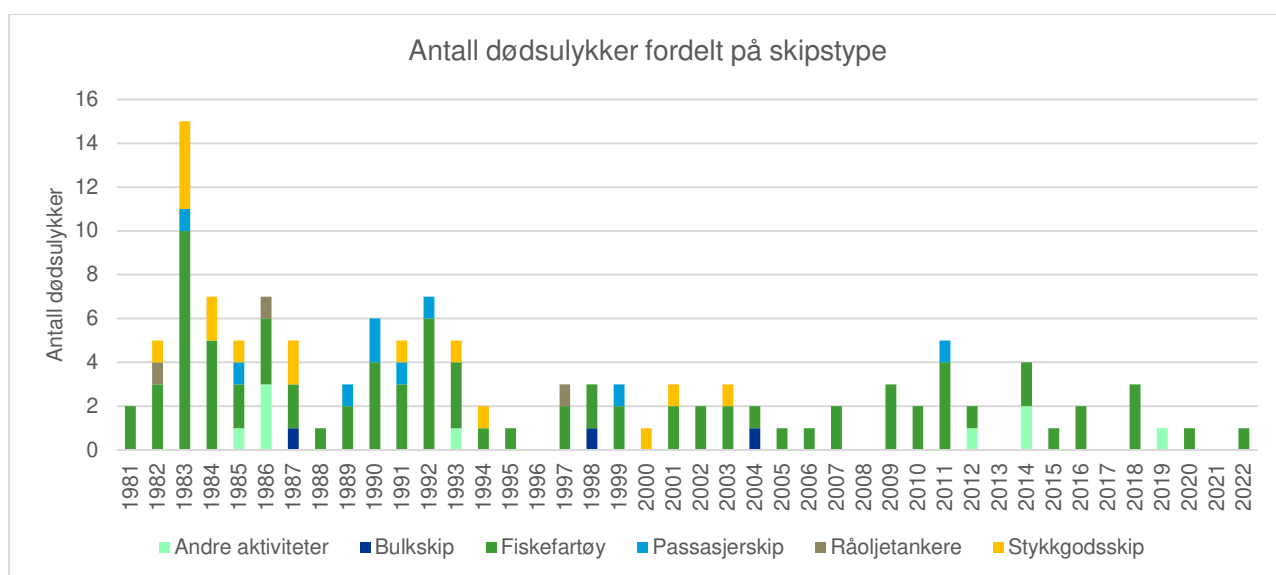
at fiskefartøy og andre aktiviteter er de fartøystypene som oftest er involvert i dødsulykker. De siste 12 årene er det også kun små fartøy under 30 meter som har vært involvert i ulykker som har ført til dødsfall, med unntak av én ulykke i 2011.



Figur 4-33 Andel dødsulykker fordelt på fartøyets lengdekategori.

I Figur 4-34 er antall dødsulykker fremstilt per år for å få frem at det har vært en endring over perioden. Merk at skipstypene cruiseskip, andre offshoreskip, gasstankere og kjemikalieskip er fjernet fra den grafiske fremstillingen for å gjøre det mer oversiktlig. For hver av disse tre skipstypene er det registrert én dødsulykke, alle før år 2000 med unntak av en dødsulykke med et kjemikalieskip som inntraff i 2011. Det er ikke registrert noen dødsulykker med roro-skip eller kjøle-/fryseskip i norske farvann i den aktuelle perioden.

Som nevnt er det en overvekt av fiskefartøy som dominerer ulykkesstatistikken for dødsulykker, og siden 2012 har det kun vært fiskefartøy og fartøy i kategorien «andre aktiviteter» som har vært utsatt for dødsulykker.



Figur 4-34 Årlig antall dødsulykker fordelt på skipstyper i perioden 1. januar 1981 til 1. juli 2022.

Oppsummert kan en si at store ulykker med flere omkomne er en driver for det totale antall omkomne. Foruten disse relativt sjeldne ulykkene, er antall omkomne tett knyttet til antall dødsulykker. Det vil si at i normalår, vil antall dødsulykker være mer eller mindre likt antall omkomne. Dette underbygges av observasjonene gjort i 1983 hvor et høyt antall ulykker ga et høyt antall omkomne. De øvrige årene med et høyt antall omkomne, er som diskutert resultat av store enkeltulykker.

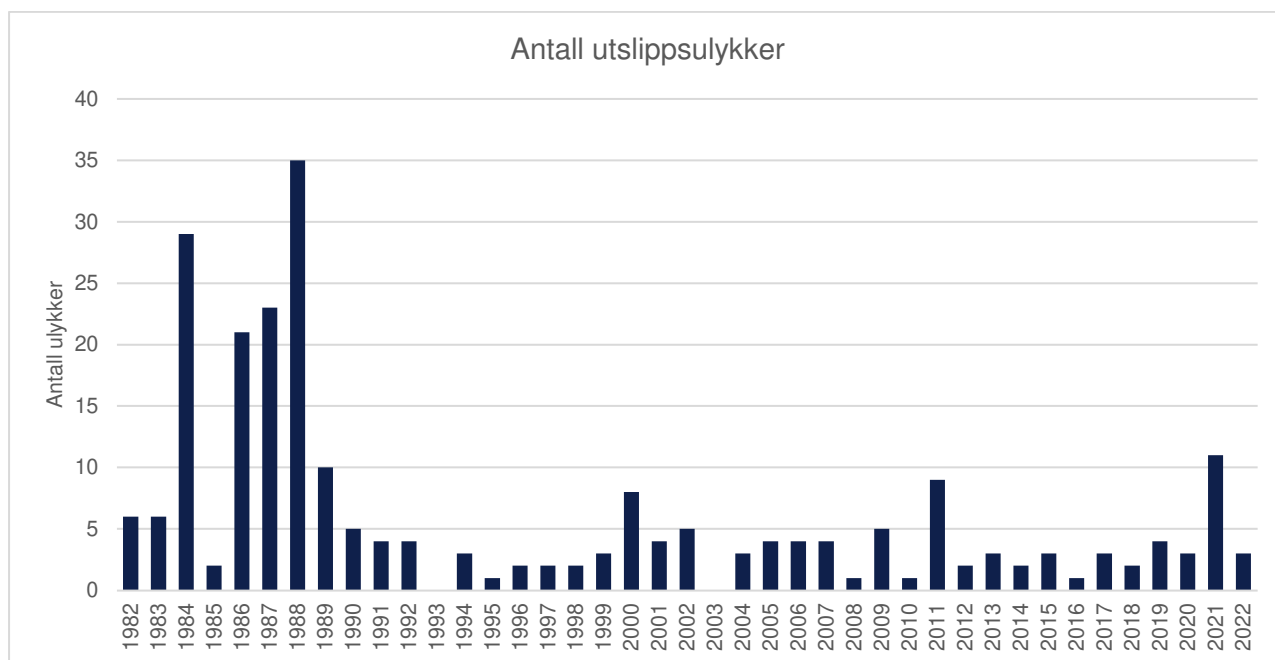
En ser at dødsulykker oftest involverer fiskefartøyer og mindre lasteskip under 70m og at dødsulykkene oftest skjer i ytre kystfarvann. Statistisk sett er ikke tallgrunnlaget stort nok for å utpeke en region som mer utsatt for dødsulykker. En kan se at kantringer er den ulykkestypen som hyppigst resulterer i ett eller flere dødsfall.

Dødsulykker forekommer heldigvis svært sjeldent i norske farvann, og de siste 20 årene har årlig antall dødsulykker variert mellom ingen og fem ulykker. Det er enda sjeldnere at ulykker med fem eller flere omkomne har funnet sted, med siste ulykke i 2004 (Rocknes).

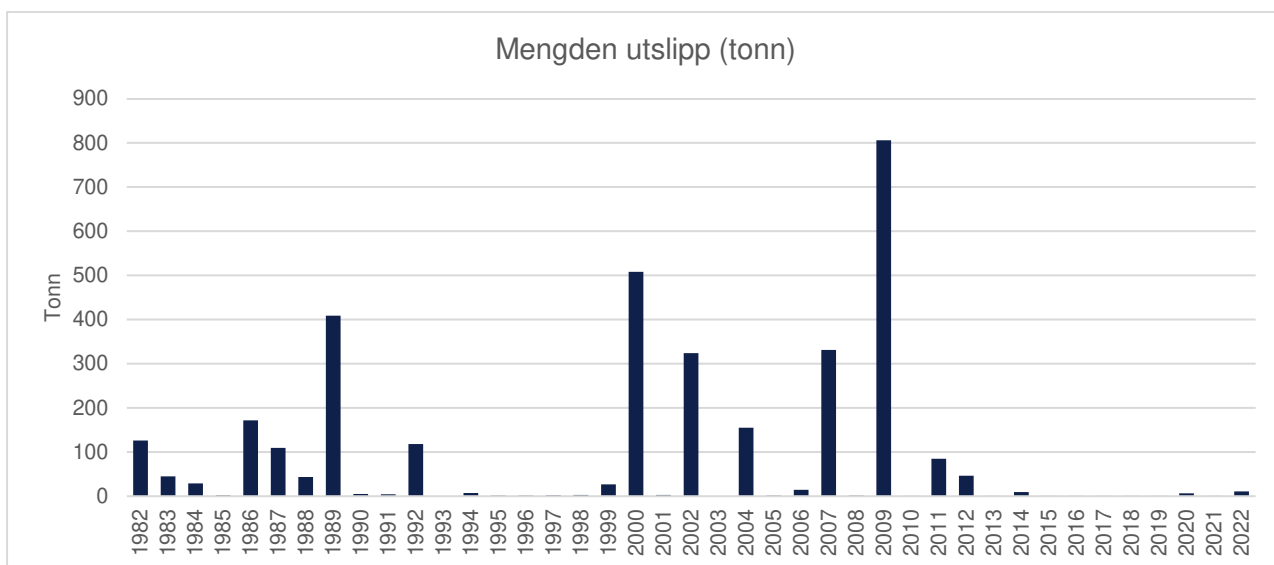
4.6 Utslipp av bunkers og oljelast

Her undersøkes statistikken over skipsulykker som har medført oljeutslipp. Figur 4-35 viser det totale antall skipsulykker som har medført utslipp til sjø, og Figur 4-36 viser utslippsmengder målt i tonn per år i norske farvann. En kan se at det siden 90-tallet har vært svært få ulykker i norske farvann som medfører utslipp. På samme måte som forholdet mellom antall dødsulykker og antall omkomne er det tydelig at utslippsmengden drives i hovedsak av større enkeltulykker.

Merk at mengdeanslagene av oljeutslipp ofte er usikre, og at tallene er hentet direkte fra SDU, dvs. ikke kvalitetssikret mot andre kilder.

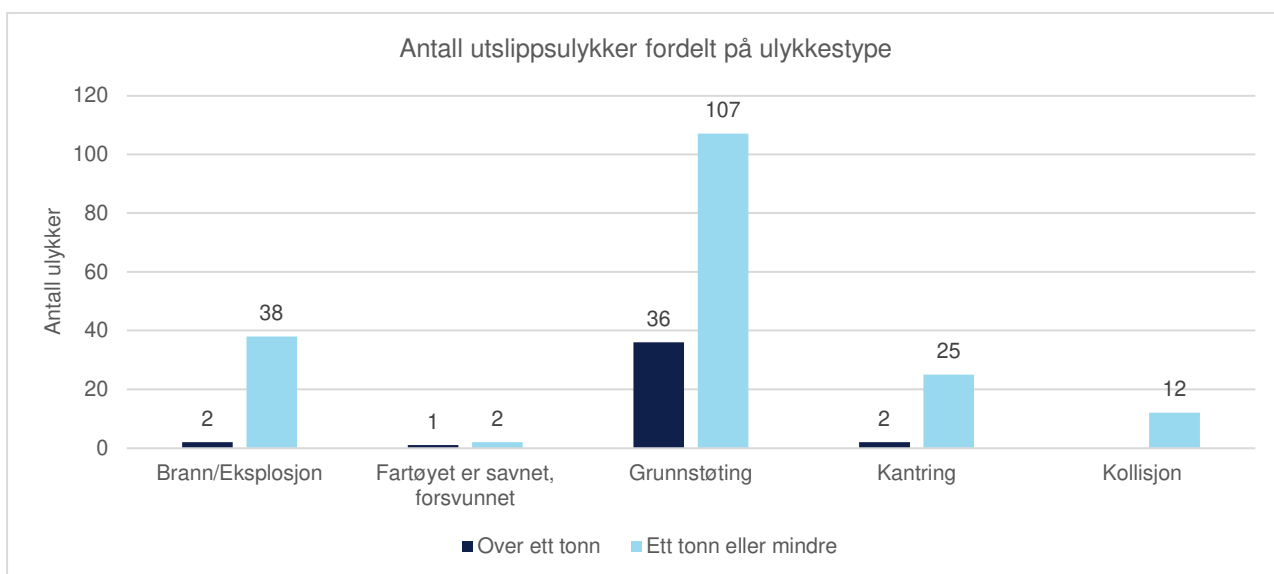


Figur 4-35 Årlig antall utslippsulykker av alle skadeomfang. Her medregnes alle typer utslipp (bunkers, last og smøreolje).



Figur 4-36 Årlig mengde utslipp i forbindelse med skipsulykkene. Her medregnes alle typer utslipp (bunkers, last og smøreolje).

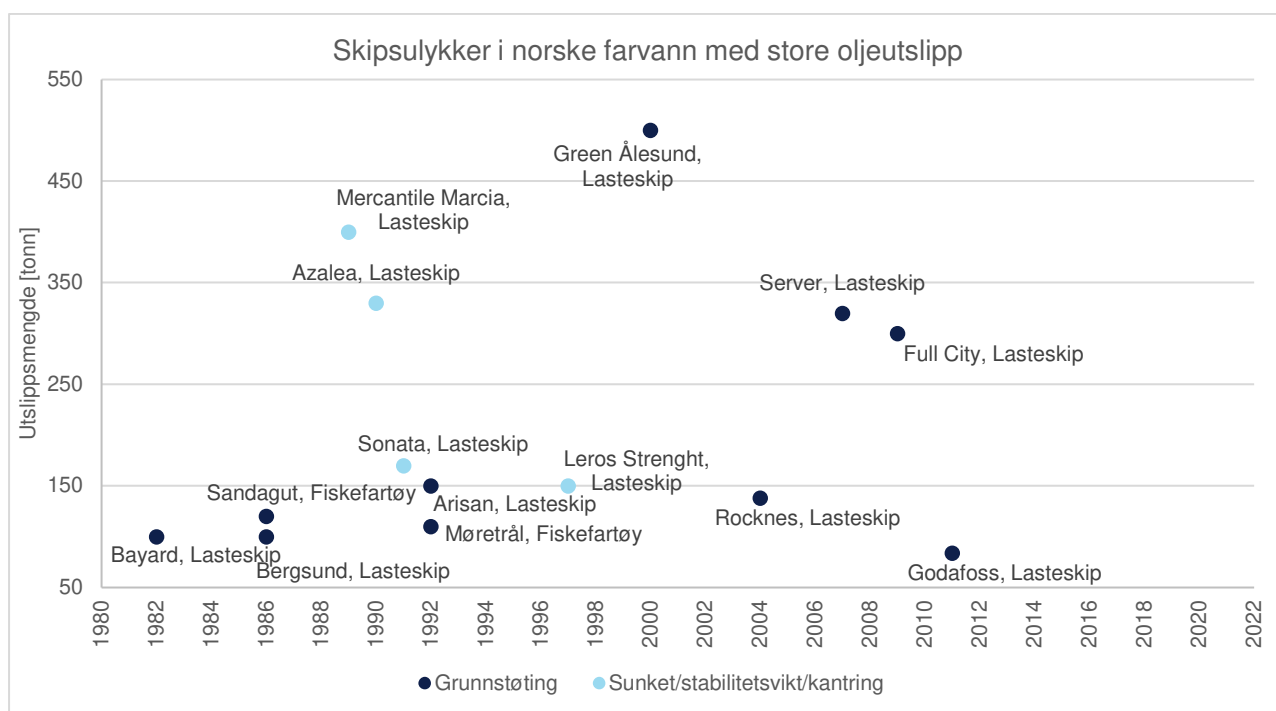
Figur 4-37 viser at grunnstøting er den klart hyppigst forekommende ulykkestypen blant utslippsulykkene både for små og større utslipp. Mindre utslipp på ett tonn eller mindre er klart mer vanlig enn utslippene over ett tonn. Dog, det er viktig å nevne at majoriteten av ulykkene som har ført til utslipp inntraff på 80-tallet, som vist i figuren over.



Figur 4-37 Antall utslippsulykker fordelt på ulykkestype.

Figur 4-38 er en grafisk fremstilling av ulykker siden 1982 som har resultert i oljeutslipp på mer enn 50 tonn. Disse ulykkene er også presentert i Tabell 4-2, inkludert kilde for utslippsmengde. Merk at denne fremstillingen ikke inkluderer brann-/eksplosjonshendelser.

Det har ikke vært en navigasjonsulykke i norsk farvann med utslipp på mer enn 50 tonn siden lasteskipene Full City og Godafoss grunnstøtte i henholdsvis 2009 og 2011. Fra tabellen kan man også se at det er fire ulykker, én grunnstøting og tre kantringer, som ikke er inkludert i SDU.



Figur 4-38 Skipsulykker⁶ i norske farvann etter 1982 med større utslipp (over 50 tonn).

Tabell 4-2 Oversikt over utslippsulykker i norsk farvann med utslipp på mer enn 50 tonn siden 1982.

År	Navn	Type	Skipstype	Tonn	Kilder	
					SDIR	Andre ⁷
1982	Bayard	Grunnstøting	Lasteskip	100	100	60
1986	Bergsund	Grunnstøting	Lasteskip	100	100	
1986	Sandagut	Grunnstøting	Fiskefartøy	120	120	
1992	Møretrål	Grunnstøting	Fiskefartøy	110	110	
1992	Arisan	Grunnstøting	Lasteskip	150 ⁸		150
2000	Green Ålesund	Grunnstøting	Lasteskip	500	500	
2004	Rocknes	Grunnstøting	Lasteskip	138	138	
2007	Server	Grunnstøting	Lasteskip	320	320	
2009	Full City	Grunnstøting	Lasteskip	300	800	300
2011	Godafoss	Grunnstøting	Lasteskip	84	84	
1989	Mercantile Marcia	Sunket/stabilitetsvikt/kantring	Lasteskip	400	400	
1990	Azalea	Sunket/stabilitetsvikt/kantring	Lasteskip	330		330
1991	Sonata	Sunket/stabilitetsvikt/kantring	Lasteskip	170		170
1997	Leros Strength	Sunket/stabilitetsvikt/kantring	Lasteskip	150		150

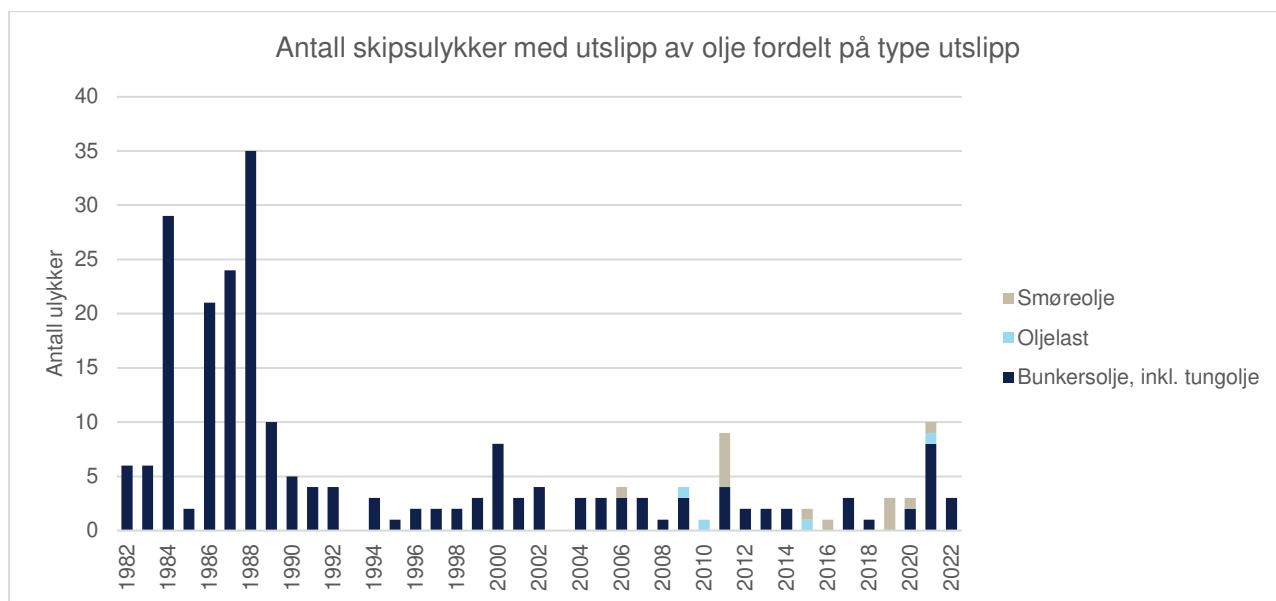
Figur 4-39 og Figur 4-40 viser henholdsvis antall utslippsulykker og mengde utslipp per år, begge fordelt på type utslipp, i perioden 1. januar 1981 til 1. juli 2022. Fra begge grafene kommer det tydelig frem at utslipp av bunkers dominerer

⁶ Ikke inkludert brann/eksplosjonshendelser

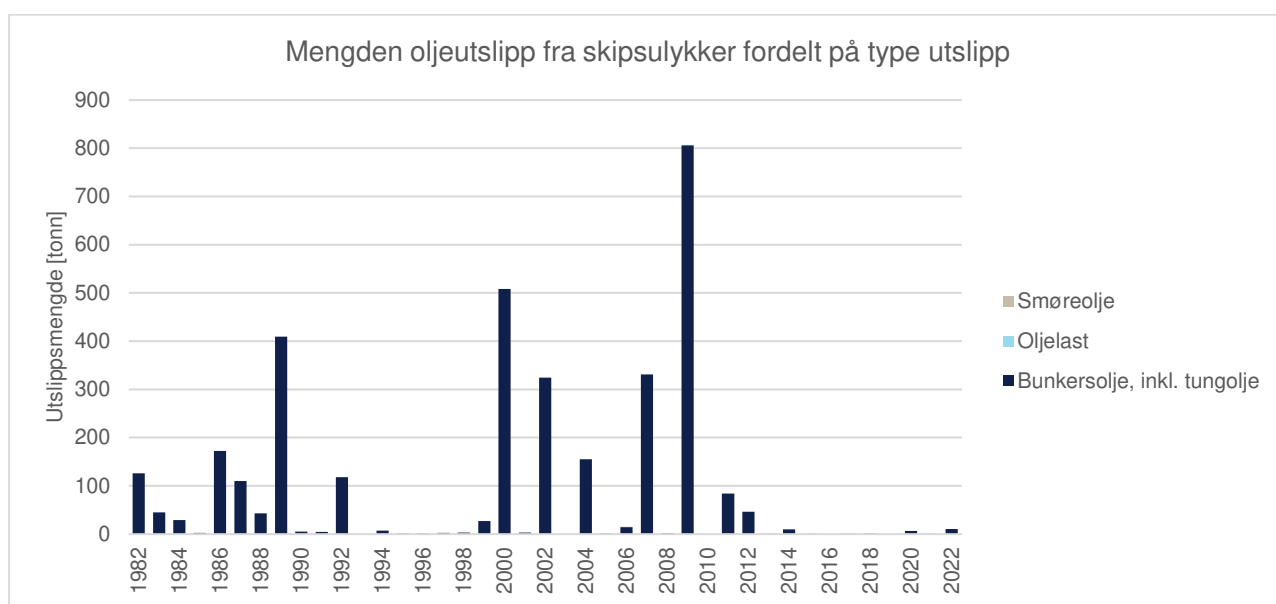
⁷ <https://www.nrk.no/nordland/-rustholkene-er-borte-1.10843624>

⁸ <https://www.klikk.no/historie/havarerte-etter-a-ha-nektet-a-ta-imot-hjelp-7125112>

statistikken. For de ulykkene der det har vært utslipp av enten oljelast eller smøreolje er mengdene svært små, og derfor ikke synlig i Figur 4-40.

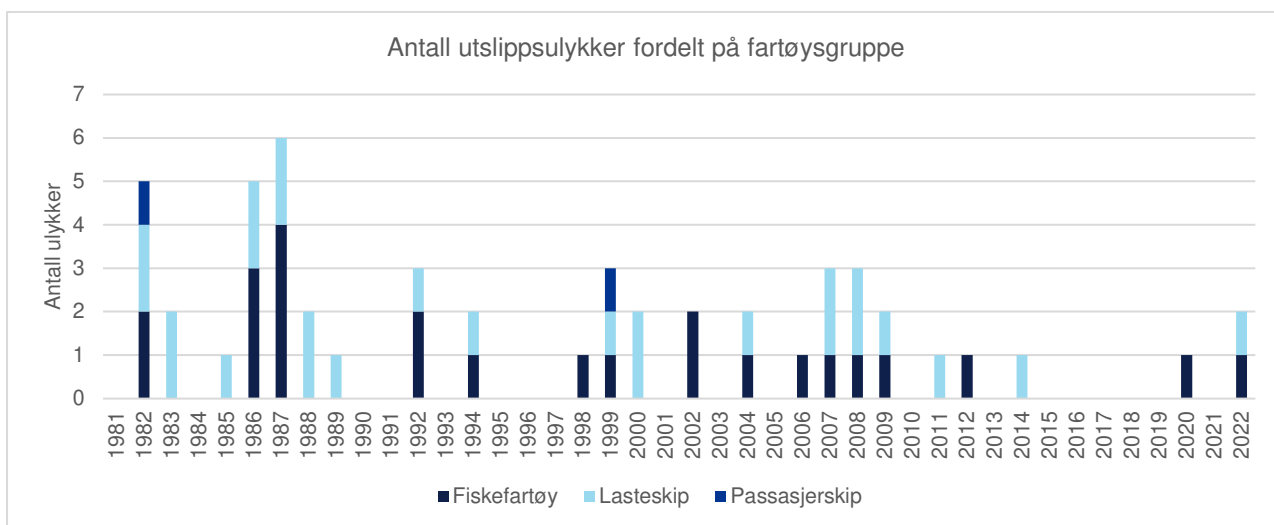


Figur 4-39 Årlig antall ulykker med utslipp av olje fordelt på utslipp av bunkers, oljelast og smøreolje i perioden 1. januar 1981 til 1. juni 2022 i norske farvann.



Figur 4-40 Årlig mengde utslipp av olje fordelt på utslipp av bunkers, oljelast og smøreolje i perioden 1. januar 1981 til 1. juni 2022 i norske farvann.

Figur 4-41 viser hvilke fartøygrupper som oftest er involvert i ulykker som medfører oljeutslipp på over ett tonn. Hele perioden sett under ett har det vært registrert omtrent like mange utslippsulykker for fiskefartøy og for lasteskip. Til sammenligning er passasjerskip sjeldent involvert i denne typen ulykker.



Figur 4-41 Årlig antall utslippsulykker fordelt på fartøysgruppe for ulykker med utslipp på over ett tonn.

Oppsummert ser det ut til at store, årlige utslippsmengder forekommer ved store enkeltulykker. Det er mindre utslippsulykker på under ett tonn som forekommer hyppigst, og utslipp av bunkersolje står for flesteparten av utslippene. De fleste utslippsulykker er grunnstøtinger, både for utslipp på ett tonn eller mindre og større utslipp, og fiskefartøy og lasteskip er registrert med omtrent like mange utslipp på mer enn ett tonn.

4.7 Hendelser med potensiale til å utgjøre fare for liv og eller miljø

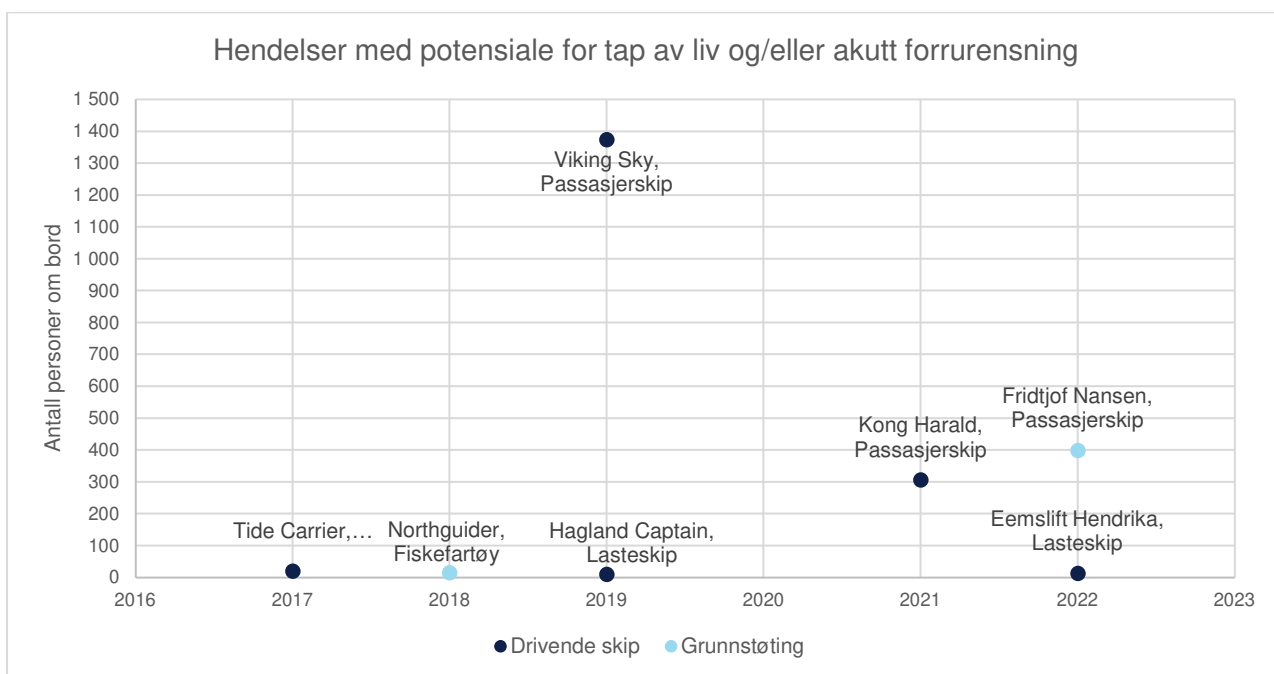
I siste 10-årsperiode har det vært flere hendelser/nestenulykker der tilfeldigheter og redningsinnsatsen har gjort at man har unngått tap av liv og/eller akutt forurensning. De hendelsene som vi er kjent med er beskrevet under og det er ikke skilt på alvorlighetsgrad (potensielt skadeomfang). Det er ikke utført detaljerte analyser av nestenulykker i SDU da datakvaliteten er for lav.

De fleste av disse hendelsene er relatert til drivende fartøy i dårlig vær, der det i enkelte hendelser kun har vært 500m fra at fartøyet har drevet inn i skjær eller på land. Dersom fartøy får vanninntrenging fordi skroget blir skadet, og dertil krenkning, så medfører dette en betydelig utfordring med evakuering av passasjerer og mannskap, ofte i disse hendelsene kombinert med sterk vind og høye bølger.

- 2017: Lasteskipet «Tide Carrier» («Harrier») fikk motorstopp og var nær å drive på grunn i dårlig vær utenfor Jæren 22. februar 2017. Årsaken skal ha vært gammel smøreolje. På tankene i skipet var det 1.500 kubikkmeter olje, og det ble også funnet blant annet asbest og elektrisk avfall. På grunn av faren for miljøskade satte Kystverket statlig aksjon og fikk slept skipet til land.
- 2018: 28. desember 2018 gikk tråleren «Northguider» på grunn i Hinlopen mellom øyene Spitsbergen og Nordaustlandet på Svalbard. Forholdene var vanskelige; bitende kulde, snø, sterk vind, is-farvann, mørke, slagside og dårlig kommunikasjon med redningsenheter. Mannskapet på 14 ble etter to timer berget med helikopter og slapp uskadd fra havariet, mens tråleren ble stående på grunn sør for Kinnvika. 300 kubikk med diesel ble tømt før noe lekket ut.
- 2019: 23. mars 2019 fikk cruisefartøyet Viking Sky en blackout og tap av fremdrift i stormforhold (opp til 25 m/s vind og signifikant bølgehøyde 9-10m) i Hustadvika-området. Ombord var det mannskap på 458 og 915 passasjerer. Skipet hadde 350 tonn tungolje og 50 tonn diesel ombord. Havaristen fikk satt ut anker og fikk feste kort tid før det kunne ha gått på grunn. Kystverket erklærte statlig aksjon og man fikk festet slep til

havaristen. Havarikommisjonen anslår at Viking Sky kom innenfor en skipslengde fra grunnstøting etter å ha passert over eller i umiddelbar nærhet til skjær på 10-metersgrunner. På samme dag i nærheten av «Viking Sky» var lasteskipet «Hagland Captain» nær ved å drive på grunn.

- 2021: Passasjerskipet «Kong Harald» sende ut mayday-melding på kystradioen om at de var uten fremdrift. Det var stiv kuling og skipet drev mot land. Hovedredningssentralen har anslått at skipet var 500 meter fra land da ankrene fikk feste og sagt at skipet kan ha vært minutter fra å gå på grunn. Skipet fikk ut to anker, og fikk til slutt start på en motor. Det ble iverksatt krisestab i kommunen, etablert evakueringssenter og et stort antall redningssenheter (fire helikoptre, Kystvaktskip, redningsskøyter etc.). I redningsaksjonen gikk ambulansebåten MS «Øyvon» på grunn på vei mot passasjerskipet. Båten fikk skade i kjølen. Det var fire personer ombord.
- 2022: Passasjerskipet «Fridtjof Nansen» grunnstøtte under motorkraft i ekstremværet Gyda. Det var svært dårlig vær med vindkast på 70 knop i området. Det var 398 personer om bord på skipet. Skipet fikk omfattende skader og måtte skifte mye stål i skroget, og var ute av drift i en lengre periode.
- 2022: 5. april sendte lasteskipet Eemslift Hendrika ut nødmelding etter å ha fått slagside i sterk vind og høye bølger. Skipet befant seg da omtrent 60 nautiske mil vest for Ålesund. Skipet mistet deretter motorkraft, og begynte å drifte i Norskehavet. Skipet hadde 350 tonn tungolje og 50 tonn diesel ombord. Kystverket erklærte statlig aksjon og fikk festet slep til havaristen, og grunnstøting ble avverget.
- I tillegg til hendelsene over kommer et relativt stort antall hendelser med stykkgodsskip som får motorstans og driver mot land (ref. kapittel 4.4). I 2022 (frem til oktober) var det 72 hendelser med stykkgodsskip. Et eksempel som fikk oppmerksomhet i media, var hendelsen i 2020 hvor det holdt på å gå galt utenfor kysten av Hordaland. Skipet fikk start på motoren bare 500 meter fra nærmeste grunne utenfor Øygarden. Sjøfartsdirektoratet kommenterte i etterkant at om skipet hadde gått på grunn hadde dette blitt dramatisk.



Figur 4-42 Skipshendelser i nyere tid med potensiale for tap av liv og/eller akutt oljeutslipp.

Tabell 4-3 Skipshendelser i nyere tid med potensiale for tap av liv og/eller akutt oljeutslipp.

År	Navn	Type	Hendelse	Personer om bord	Olje om bord (tonn)
2017	Tide Carrier	Lasteskip	Drivende skip	20	900
2019	Viking Sky	Passasjerskip	Drivende skip	1 373	700
2019	Hagland Captain	Lasteskip	Drivende skip	9	316
2021	Kong Harald	Passasjerskip	Drivende skip	306	
2022	Eemslift Hendrika	Lasteskip	Drivende skip	12	438
2018	Northguider	Fiskefartøy	Grunnstøting under motorkraft	14	300
2022	Fridtjof Nansen	Passasjerskip	Grunnstøting under motorkraft	398	

5 REFERANSER

/1/ Sjøfartsdirektoratet (2022). Live ulykkesstatistikk

<https://www.sdir.no/sjofart/ulykker-risiko-og-sikkerhet/ulykkesstatistikk/live-ulykkesstatistikk/>

/2/ Sjøfartsdirektoratet (2021). Ulykkesstatus 2021 <https://www.sdir.no/globalassets/sjofartsdirektoratet/fartoy-og-sjofolk---dokumenter/ulykker-og-sikkerhet/rapporter/ulykkesstatistikk/ulykkesstatus-2021.pdf?t=1673979746872>

/3/ Sjøfartsdirektoratet (2021). Historikk registrering og rapportering av ulykker

https://www.sdir.no/globalassets/sjofartsdirektoratet/fartoy-og-sjofolk---dokumenter/ulykker-og-sikkerhet/rapporter/historikk_ulykkesdatabase.pdf

/4/ Kystverket og DNV (2022) Metoderapport for AISyRisk. <https://aisyrisk.no/>



Om DNV

DNV er et internasjonalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering. Siden 1864 har vårt formål vært å sikre liv, verdier og miljøet. Vi bistår våre kunder med å forbedre deres virksomhet på en sikker og bærekraftig måte. Vi leverer klassifisering, sertifisering, teknisk risiko- og pålitelighetsanalyse sammen med programvare, datahåndtering og uavhengig ekspertrådgivning til maritim sektor, til olje- og gass-sektoren, og til energibedrifter. Med 80,000 bedriftskunder på tvers av alle industrisektorer er vi også verdensledende innen sertifisering av ledelsessystemer. Med høyt utdannede ansatte i 100 land, jobber vi sammen med våre kunder om å gjøre verden sikrere, smartere og grønnere.

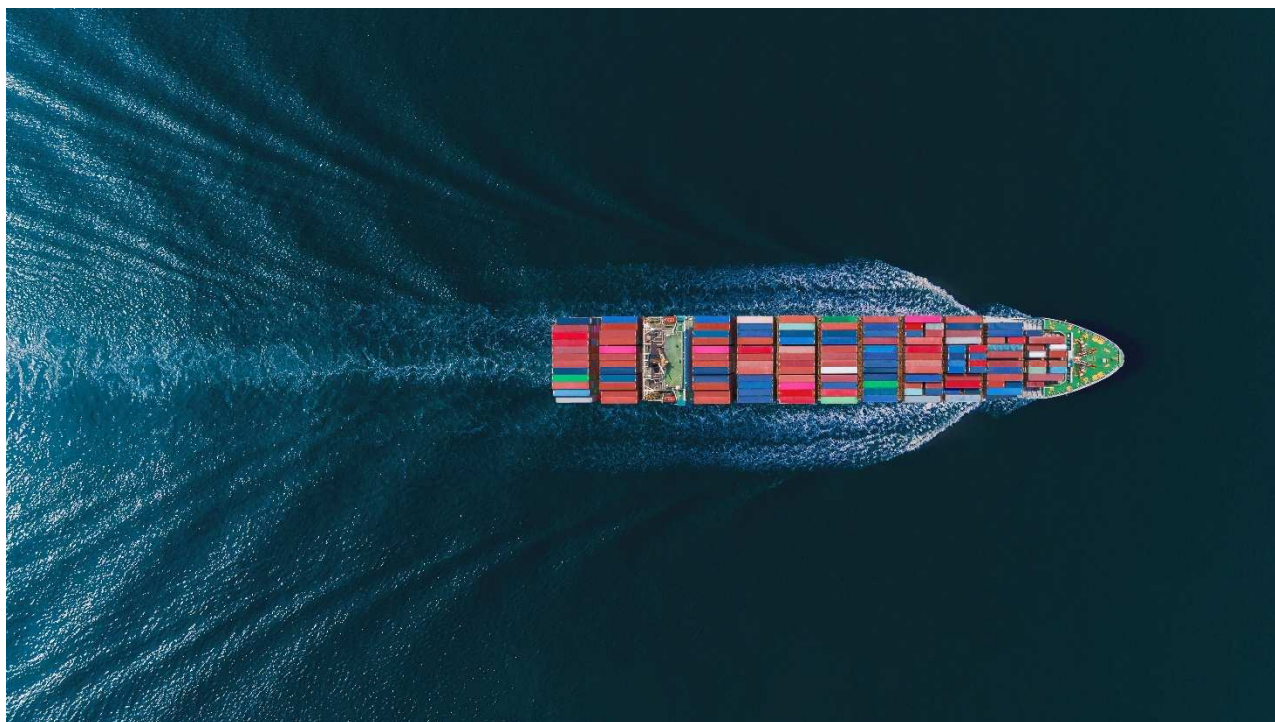
Analyse av ulykkessannsynlighet og miljøkonsekvenser som følge av utslipp av IMDG-last i norske farvann

Sjøsikkerhetsanalysen 2022

Kystverket

Rapport Nr.: 2023-0080, Rev. 0

Dato: 2023-10-18



Prosjektnavn: Sjøsikkerhetsanalysen 2022
 Rapporttittel: Analyse av ulykkessannsynlighet og miljøkonsekvenser med utslipp av IMDG-last i norske farvann
 Oppdragsgiver: Kystverket
 Kontaktperson: Trond Langemyr
 Dato: 2023-10-18
 Prosjektnr.: 10360876
 Org. enhet: Risk, Safety & Reliability
 Rapportnr.: 2023-0080, Rev. 0

DNV AS Maritime, Safety Advisory
 Safety, Risk & Reliability
 Veritasveien 1, 1363 Høvik, Norway

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):
 Rammeavtale Risikoanalyser 2020

Utført av:	Verifisert av:	Godkjent av:
Maria Gravelseth Environmental Consultant	Hans Petter Dahlslett Group Leader	Peter Nyegaard Hoffmann Head of Section
Gjermund Gravr Principal Specialist	Hans Jørgen Johnsrud Principal Consultant	
Harald Tvedt Principal Consultant		

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV 2023. Alle rettigheter forbeholdes DNV. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden; (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning.

DNV distribusjon:
☒ ÅPEN. Fri distribusjon, internt og eksternt.
☐ INTERN. Fri distribusjon internt i DNV.
☐ KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste*
☐ HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

Nøkkelord:
 Miljøfarlig-, radioaktiv-, og eksplosjonsfarlig last, sikkerhetsbarriere og miljøkonsekvens og -risiko

*Distribusjonsliste:

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
A	2023-02-03	Utkast for kommentarer	MARGRAV/GGRA/HABT	HPDAHL/HAJOH	
B	2023-04-11	Utkast for kommentarer	MARGRAV/GGRA/HABT	HPDAHL/HAJOH	
C	2023-05-30	Oppdatert utkast for kommentarer	MARGRAV/GGRA/HABT	HPDAHL/HAJOH	
D	2023-09-01	Personrisiko alternative drivstoff	MARGRAV/GGRA/HABT	HAJOH/MALE	
0	2023-10-18	Endelig versjon	MARGRAV/GGRA/HABT	HAJOH/MALE	PHOFF

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG	1
2	INNLEDNING	6
2.1	Bakgrunn	6
2.2	Formål	6
2.3	Forkortelser og begreper	6
3	METODISK TILNÆRMING	8
3.1	Datagrunnlaget	8
3.2	Avgrensing av analysen	9
3.3	Ulykkeskategorier	11
3.4	Fartøystyper og størrelseskategorier	11
4	TRANSPORT AV IMDG-LAST	12
4.1	Regulering og klassifisering av farlig last	12
4.2	Transport av IMDG-last i norske farvann	13
4.3	Transport av eksplosjonsfarlig last	16
5	TRANSPORT AV SPESIELT MILJØFARLIG LAST	24
5.1	Kategorisering av miljøfarlige lasttyper	24
5.2	Aktiviteten i norske farvann	25
6	RADIOAKTIV LAST OG DRIVSTOFF	39
6.1	Om radioaktivitet og stråling	39
6.2	Kategorisering av radioaktive lasttyper	40
6.3	Aktiviteten i norske farvann	41
7	RISIKO VED UTSLIPP AV NYE TYPER DRIVSTOFF	56
7.1	Vurdering av ulike nye typer drivstoff	56
7.2	Sammenstilling av miljøpåvirkning- og konsekvens	62
7.3	Sammenstilling av personrisiko	63
9	REFERANSER.....	65

Vedlegg A Utseilt distanse fordelt på fartøystyper

1 SAMMENDRAG

Formålet med rapporten er å beskrive dagens transport av IMDG-last i norske farvann, samt å beregne sannsynligheten for ulykker med fartøy som fører slik last. I tillegg er det gjennomført en delanalyse for bestemte stoffer for å illustrere hvilke norske havnebyer de største volumene transporteres fra og til. Klassifiseringssystemet i IMDG-koden omfatter alle typer pakket farlig last (også flytende last) og er her benyttet til klassifisering av lasttyper. Merk at fokus i denne analysen er transport av farlig gods og at det ikke er lagt til grunn noen definerte utslippsvolum for analysen som en helhet, kun for spesifikke eksempelstoff. Hensikten med analysen er å gi et innblikk i hvilke farlige stoffer det transporteres mest av og hvilke konsekvenser et eventuelt utslipp kan forårsake. Innholdet i rapporten kan være et utgangspunkt for videre analysearbeid med tanke på å etablere en statlig beredskap mot annen akutt forurensning enn olje. Det understrekes at det ikke er foretatt noen vurderinger utover de beskrevne stoffene.

Analysen er basert på data fra SafeSeaNet Norway for perioden 01.10.2021 – 01.10.2022, heretter referert til som 2021/2022, samt AIS og AISyRisk data. Analysen har identifisert områdene i norske farvann med høyest sannsynlighet for ulykker, og hvilke typer forurensning som potensielt kan inntreffe. Analyseområdet omfatter norske farvann som her defineres som alle havområder og farvann innenfor 200 nm av grunnlinjen, inkludert farvannet innenfor grunnlinjen. Kysten er inndelt i fem geografiske områder (Sørøst, Vest, Midt-Norge, Nordland og Troms & Finnmark). I tillegg er det ett område rundt Svalbard og ett rundt Jan Mayen.

En sammenlikning med hovedtall fra «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» /8/ er også inkludert, hvor et gjennomsnitt av de tre analyseårene 2012, 2013 og 2014 er sammenliknet med analyseåret 2021/2022.

Transport av IMDG-last til sjøs reguleres i all hovedsak av internasjonale regelverk utviklet av FNs International Maritime Organisation (IMO), og gjort obligatorisk gjennom SOLAS VII:

- IMDG-koden: Transport av pakket farlig gods.
- IBC-koden: Transport av farlige, flytende kjemikalier i bulk.
- IGC-koden: Transport av farlige, flytende gasser i bulk.
- IMSBC-koden: Transport av farlige, faste bulkklaster.
- INF-koden: Transport av pakket, bestrålt kjernebrensel, plutonium og høyradioaktivt avfall.

Transport av spesielt miljøfarlige laster

I perioden 2021/2022 er det registrert 238 seilaser med miljøfarlig last i norske farvann fordelt på 23 forskjellige produkter (UN-koder). UN-kodene (United Nations Code for Trade and Transport Locations) er underlagt IMDG-klasse 3, 4.1, 5.1, 6.1, 8 og 9, med en majoritet (65 %) av produktene i klasse 3 og 6.1. 4 av 23 lasttyper står på nasjonal prioritetsliste og/eller OSPAR (Oslo/Paris konvensjonen for beskyttelse av det marine miljøet i Nordøst-Atlanteren) sin prioriteringsliste. Til sammenlikning ble det i snitt i 2012-2014 /8/ registrert 223 seilaser med miljøfarlig last i norske farvann, fordelt på 49 forskjellige produkter (UN-koder). Antall seilaser med miljøfarlig last er derfor marginalt opp siden 2014 (7 %), mens antall UN-koder lasten er fordelt på er ned med 53 %.

Trafikken i norske farvann knyttet til transport av spesielt miljøfarlig (P-merket) last domineres av kontainerskip, offshore supply skip og ro-ro lasteskip med henholdsvis 40 %, 25 % og 16 % av den totale utseilte distansen.

Den forventede totale årlige frekvensen for en skipsulykke med fartøy som fører miljøfarlig last i norske farvann er beregnet til 0,045, dvs. gjennomsnittlig én ulykke hvert 22. år. Det presiseres at dette er sannsynligheten for en ulykke med et fartøy som fører miljøfarlig last, ikke sannsynlighet for et utslipp av miljøfarlig last.

Det forventede antallet ulykker innenfor hvert geografisk område påvirkes hovedsakelig av aktivitetsnivå, noe som bidrar til at det forventes flest ulykker i Sørøst-området. Grunnstøting er den dominerende ulykkestypen. I Sørøst-området er det kontainerskip og offshore supply skip som er de dominerende fartøystypene av fartøy som fører miljøfarlig last.

Tabell 1-1 gir en kort oppsummering av miljøkonsekvenser for de fire hovedkategoriene av miljøfarlige lasttyper. Alvorlighetsgraden av konsekvensene ved et utslipp, og behov for tiltak, vil naturlig nok være avhengig av størrelsen på utslippet, men også av lokalitet og sesong. Det er også viktig å understreke at alvorlige eller målbare miljøkonsekvenser ikke nødvendigvis vil være begrenset til uhellsutslipp av P-merket last. Utslipp av store mengder av middels toksiske forbindelser i følsomme områder vil også kunne gi alvorlige effekter på det marine miljø.

Tabell 1-1 Oppsummering av miljøkonsekvenser gitt et uhellsutslipp av 4 hovedkategorier miljøfarlig last.

Kategori	Antall seilaser 2021/2022	Største registrerte last (tonn) 2021/2022	Miljøkonsekvenser gitt et uhellsutslipp
Hydrokarboner & naturlige oljer	103	7	Kan ha et betydelig skadepotensial, avhengig av resipientens egenskaper og lokasjon. Akutte effekter konsentrert til havoverflaten. Langtidseffekter forventes ikke.
Halokarboner & metallokarboner	58	21	Akutte effekter konsentrert til havbunnen. Langtidseffekter grunnet lav nedbrytbarhet.
Cyanider, aminer & korroderende stoffer	68	15	Akutte effekter konsentrert til vannsøylen. Langtidseffekter forventes ikke pga. forbindelsenes fordamping- og biodegraderingspotensial.
Tungmetaller	9	21	Akutte effekter konsentrert til sjøbunn og vannsøylen (avhengig av løselighet). Langtidseffekter forventes da metaller ikke brytes ned.

Forsendelse av store registrerte lastevæker av spesielt miljøfarlige stoffer i norske farvann viser at topp 10 % utgjør til sammen 25 forsendelser (fordelt på 25 ulike seilaser). 80 % av disse faller under IMDG klasse 6,1 (epiklorhydrin), mens 20 % faller under IMDG klasse 8 (én forsendelse med ammoniakkløsning og fire med sinkklorid). Lasten som er registrert spenner mellom 22 tonn og 26 tonn. De viktigste ankomst- og avgangshavner er lokalisert i Drammen, Moss, Larvik og Kristiansand, mens Rotterdam er den viktigste transporthavnen utenfor Norge.

Radioaktiv last og drivstoff

I Nordsjøen og Norskehavet er det i perioden 01.10.2021 – 01.10.2022 totalt 1157 registreringer med radioaktiv last fordelt på 937 seilaser (SafeSeaNet Norway). Disse representerer 10 forskjellige UN-koder, hvor 3 UN-koder (18 %) er definert som ikke skadelige av IAEA, 3 UN-koder (11 %) er registrert med last som er potensielt skadelig ved innånding eller spising, og 4 UN-koder (71 %) er registrert som potensielt skadelig for alle organismer. Til sammenlikning var det i snitt i 2012-2014 /8/ 1341 registreringer med radioaktiv last fordelt på 1055 seilaser. Antall registreringer med radioaktiv last har minket med 14 % siden 2014, mens antall seilaser er redusert med 11 %.

Trafikken til og fra Fastlands-Norge domineres av offshore supplyskip med 80 % av den totale utseilte distansen. Videre utgjør ro-ro-skip og passasjerskip henholdsvis 13 % og 4 % av totalen. Når det gjelder transittreiser i NØS viser data rapportert av Barents SRS at disse seilasene domineres av atomdrevne isbrytere.

Barents SRS data er benyttet for å kartlegge aktiviteten av fartøy som kun transitterer Norsk Økonomisk Sone (NØS) med radioaktiv last eller drivstoff. I Barentshavet er det i perioden 2021/2022 registrert 3 fartøy med radioaktiv last (Barents SRS); to isbrytere og ett stykkgodsskip (også isbryter). Det er ikke registrert UN-kode i radioaktiv last transportert i Barentshavet for de tre skipene. DNV har kategorisert de russiske atomisbryterne (6 seilaser) under UN-kode 3331 (potensielt skadelig) - all øvrig klassifisering i datasettet stammer fra registreringer i databasen til Kystverket (SafeSeaNet Norway).

Den forventede totale årlige frekvensen for en skipsulykke med fartøy som fører radioaktiv last (IMDG-klasse 7) til og fra Norge er beregnet til 0,051, dvs. gjennomsnittlig én ulykke hvert 20. år. Det presiseres sannsynligheten for en ulykke med et fartøy som fører radioaktiv last, ikke tilsvarer sannsynlighet for et utslipp av radioaktiv last.

Forventet antall ulykker innen hvert område påvirkes hovedsakelig av utseilt distanse, noe som bidrar til at det forventes flest ulykker i Vest, ettersom dette området har høyest utseilt distanse. Grunnstøting er samlet sett den dominerende ulykkestypen, mens brann/eksplosjon er dominerende for fire av fem områder.

Beskrivelsen av radioaktive stoffer og miljøkonsekvenser for transport av radioaktive stoffer er hentet fra 2014-analysen /8/, ettersom de samme utslippsscenariene anses som relevante i dag. I tillegg til presentasjon av transporttall for radioaktivt materiale for perioden 2021/2022 er det også lagt til noen nyere data-/informasjonskilder. I forrige analyse (DNV GL, 2015) var den generelle konklusjonen at et momentant utslipp til sjøen av hele lasten er svært usannsynlig, siden radioaktiv last skal være godt sikret med skjermemateriale som er tilpasset strålingsnivået. En annen viktig konklusjon er at vann som medium er en effektiv stopper for radioaktiv stråling, og at stråling i vann derfor ikke har samme rekkevidde som i luft. Det forutsettes at disse kriteriene også er gjeldende i dag.

Miljøkonsekvensene vil være betydelig større dersom en ulykke inntreffer med atomdrevne isbrytere, sammenlignet med resterende trafikk som frakter radioaktiv last. Isbrytere kan inneholde over 200 brenselelementer bestående av 90 % anriket uran-235, noe som ofte er langt mer enn mengden som blir fraktet av offshore supplyskip. Ettersom det i perioden 2021/2022 kun ble registrert 3 atomdrevne isbrytere/stykkgodsskip over totalt 6 seilaser, vil det derimot ikke være stor sannsynlighet for en ulykke med atomdrevne fartøy.

For en ulykke med inspeksjonskjemikalier forventes miljøkonsekvensen å være begrenset til lokale effekter på/nær havbunnen som følge av rask fortynning og kort rekkevidde av radioaktiv stråling i vann.

For en ulykke med lav-radioaktive avleiringer fra offshoreindustrien («scale») er det konkludert at miljøkonsekvensen vil være konsentrert til et begrenset sjøbunnshabitat fordi stoffene ikke løses opp i vannsøylen, men blir liggende på sjøbunnen.

Historiske hendelser med senking/havari av ubåter med høyanriket uran, høyanriket kjernebrensel og utbrent kjernebrensel har vist høyt strålingsnivå om bord, men ikke i omgivelsene og det er derfor heller ikke beskrevet alvorlige miljøkonsekvenser fra disse. Basert på erfaring fra tidligere ulykker er sannsynligheten for større pulsutslipp med radioaktive stoffer lav, men dette er noe som må vurderes for hvert enkelt scenario og basert på en rekke parametere; lokasjon, vandyp, barrierer, skadebilde, med mer.

Modelleringsstudier viser også at kontinuerlig utlekking av cesium-137 over tid ikke vil gi målbare effekter i fisk selv om lekkasjen skjer på grunt vann (<50 m). Det er kun større pulsutslipp av radioaktivitet som vil kunne gi målbare effekter i biota inkludert fisk, og som derfor kan føre til midlertidig nedstenging av all fiskerivirksomhet, lokalt eller regionalt. At det ikke forventes større effekter, skyldes rask fortynning i vannsøylen, og vannets evne til å redusere rekkevidden til radioaktiv stråling. Spontan spaltingsreaksjon av uran-235 (fisjon) på grunt vann, 50 m (K-27) kan resultere i pulsutslipp av store mengder radioaktiv stråling og derfor gi miljøeffekter også på regionalt nivå. På grunt vann vil en slik hendelse føre til spredning av radioaktiv stråling til luft.

DNV har ikke vurdert miljøkonsekvenser av utslipp til luft. Det er heller ikke mulig å vurdere sannsynligheten for et fisjonsscenario på generell basis, da dette vil være en vurdering basert på mengder gjenstående uranbrensel gitt en ulykke, konstruksjonen og eventuelle skader på reaktor, og andre parametere.

Forsendelse av store registrerte lastevekter av særlige radioaktive stoffer i norske farvann viser at topp 10 % utgjør til sammen 78 forsendelser. Siden 76 av disse forsendelsene faller under UN kode 3332, også definert som «Scale», har en ny analyse blitt gjort uten UN kode 3332. De nye resultatene viser at topp 10 % av registrert lastvekt inkluderer totalt 23 forsendelser, 17 stykk med UN kode 2916 og 6 med UN kode 2915. Lasten som er registrert spenner mellom 180 kg og 3 tonn. Ankomst- og avgangslokasjoner domineres av offshoreinstallasjoner, i tillegg til havner i Kristiansund, Langesund (ufullstendig kartrepresentasjon) og Hirtshals i Danmark.

IMDG og eksplosjonsfarlig last

Totalt er det registrert 72 396 forsendelser i snitt i 2012-2014 og 132 916 forsendelser i 2021/2022. Det er IMDG-klassene 2, 3, 8 og 9 som dominerer for begge snitt-år, med henholdsvis 22 %, 31 %, 17 % og 16 % av forsendelsene i 2012-2014, og 18 %, 29 %, 22 % og 18 % i 2021/2022.

Eksplisjonsfarlig last omfatter produkter i flere IMDG-klasser. I denne analysen er eksplosjonsfarlig last definert som stoffer som er klassifisert under følgende IMDG-klasser:

- IMDG-klasse 1 – Eksplosiver.
- IMDG-klasse 2 – Gasser.
- IMDG-klasse 5 – Oksiderende stoffer og organiske peroksider.

I perioden 2021/2022 er det totalt 31 854 registreringer med eksplosjonsfarlig last fordelt på 10 205 seilaser (SafeSeaNet Norway). Til sammenlikning var det i snitt i 2012-2014 /8/ 20 190 registreringer med eksplosjonsfarlig last fordelt på 9 349 seilaser. Antall registreringer med eksplosjonsfarlig last har derfor økt med 58% siden 2014, mens antall seilaser har økt med 9%.

Det er beregnet utseilt distanse for 2021/2022 for fartøy som fører eksplosjonsfarlig last (IMDG klasse 1, 2 og 5) i norske farvann. Trafikken domineres av offshore supply skip og gasstankere med henholdsvis 44 % og 18 % av den totale utseilte distansen. Videre har ro-ro-skip, passasjerskip og konteinerskip 12 %, 12 % og 11 % av totalen. Gasstankere representerer de største fartøyene; ca. 2 % av den totale utseilte distansen er for gasstankere på mer enn 100 000 bruttotonn.

Akkumulert årlig ulykkesfrekvens for transport av materialer i IMDG-klassene 1, 2 og 5 er på 0,985, altså gjennomsnittlig én ulykke i året. Det presiseres at dette er sannsynligheten for en ulykke med et fartøy som fører eksplosjonsfarlig last, ikke sannsynlighet for at utslipp forekommer. Ulykkene inkluderer de ulykkestypene som er angitt i kapittel 4.2, med en overvekt av grunnstøtingsulykker.

Forsendelse av store registrerte lastevekter av ammoniumnitrat i norske farvann viser at topp 10 % utgjør til sammen 8 forsendelser. Disse faller under IMDG klasse 5,1 – flytende ammoniumnitrat. Den registrerte lasten varierer fra 22 500 tonn til 28 000 tonn. Hver last blir fraktet fra Herøya i Porsgrunn til enten Nederland eller USA.

Nye typer drivstoff

Av de nye drivstofftypene er miljøpåvirkningen i forbindelse med et utslipp ansett å være lokal, unntaket er lavsvoveldrivstoff og til en viss grad biodiesel. Dette er avhengig av stoffenes egenskaper kombinert med mengder, spredning, nedbrytning/forvitring og miljøets/økosystemenes sårbarhet. For de andre kildene er det først og fremst miljøpåvirkning i forbindelse med brann og eksplosjon (kvelning) og nedkjøling for naturressurser innenfor spredningsområdet. I tillegg er levetiden kort. Unntaket er ammoniakk hvor nedblanding i vannsøylen kan føre til økt giftighet for marine organismer, så vel som forhøyet pH-verdi.

En utslippshendelse langs kysten, gjerne i skjermede områder, anses som mer kritisk enn på åpent hav. I drøftingen er det ikke gjort vurderinger på eksakte utslippsvolum. Det påpekes derfor at økt utslippsvolum, særlig for oljeproduktene, forventes å gi større miljøpåvirkning og -konsekvens.

I beredskapssammenheng er mekanisk oppsamling på sjøoverflaten relevant for oljeproduktene og andre stoffer med oljelignende egenskaper ettersom de øvrige væskene fordampes/nedblandes raskt. Angående marine batterier så er eventuelt fysisk fjerning fra havbunnen et relevant tiltak.

2 INNLEDNING

2.1 Bakgrunn

Denne rapporten er en del av «Sjøsikkerhetsanalysen 2022», utarbeidet for Kystverket. I 2014 utførte DNV «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» på oppdrag fra Kystverket. Dette utgjorde en viktig del av grunnlaget for Meld. St. 35 (2015–2016) og inngår i dag i Kystverkets kunnskapsgrunnlag for sjøsikkerheten i norske farvann.

På grunn av den lange tiden som er gått siden analysen ble ferdigstilt i 2015, og på grunn av behovet for gode forberedelser for arbeidet i Kystverket frem mot Nasjonal transportplan 2025-2036, er det behov for å revidere denne kunnskapen gjennom å revidere deler av Sjøsikkerhetsanalysen 2014.

2.2 Formål

Formålet med rapporten er å beskrive dagens transport av IMDG-last i norske farvann, samt å beregne sannsynligheten for ulykker med fartøy som fører slik last. I tillegg er det gjennomført en delanalyse for bestemte stoffer for å illustrere hvilke norske havnebyer de største volumene transporteres fra og til. Klassifiseringssystemet i IMDG-koden omfatter alle typer pakket farlig last (også flytende last) og er her benyttet til klassifisering av lasttyper. Det er også utført en overordnet miljøkonsekvensanalyse av akutt utslipp med «ikke-ordinære drivstoff».

Merk at de mer ordinære oljelastene og drivstoff (f.eks. marine drivstoff, tungolje, råolje etc.) ikke behandles i denne rapporten. For denne type hendelser henvises det til dokumentet: "Dimensjonering av statens beredskap mot akutt forurensning; Beredskapsanalyse, 2022" /63/.

Denne rapporten, sammen med øvrige rapportene knyttet til prosjektet «Sjøsikkerhetsanalysen 2022», utgjør basis for forståelsen av risikoen vi har i dag til sjøs og hvor vi skal iverksette tiltak. Rapporten vil være med på å sikre at beslutninger og tiltak baseres på oppdatert og relevant informasjon. Etableringen av datagrunnlaget, og utarbeidelsen av rapporten, har foregått i et tett samarbeid med Kystverket.

2.3 Forkortelser og begreper

Tabell 2-1 gir en oversikt over forkortelser og begreper benyttet i rapporten.

Tabell 2-1 Forkortelser brukt i rapporten.

Begrep	Forklaring
AIS	Automatisk identifikasjonssystem
BQ	Becquerel
BT	Bruttotonn
CAS	Chemical Abstracts Service
DDT	Deflagrering til detonasjonsovergang
EØS	Det europeiske økonomiske samarbeidsområde
GPS	Globalt posisjoneringssystem
IAEA	Det internasjonale atomenergibyrået
IBC	IBC-koden (Transport av farlige, flytende kjemikalier i bulk)
IGC	IGC-koden (Transport av farlige, flytende gasser i bulk)
IHS	Information Handling Services
IMO	Den internasjonale sjøfartsorganisasjonen
IMDG	International Maritime Dangerous Goods Code

Begrep	Forklaring
IMSBC	IMSBC-koden (Transport av farlige, faste bulkklaster)
INF	INF-koden (Transport av pakket, bestrålt kjernebrensel, plutonium og høyradioaktivt avfall)
LNG	Liquefied Natural Gas (flytende naturgass)
LPG	Liquefied Petroleum Gas (våtgass)
LSA	Lav spesifikk aktivitet
NØS	Norges økonomiske sone
RO-RO fartøy	Fartøy der lasting og lossing skjer ved at lasten kjører på egne hjul eller trekkes på spesielle traller.
SCO	Surface contaminated object
SSB	Statistisk sentralbyrå
SSN	SafeSeaNet Norway
VTS	Trafikksentraltjeneste (Vessel Traffic Service)

3 METODISK TILNÆRMING

Sannsynligheter for skipsulykker i norske farvann er hentet fra AISyRisk /1/. Analysen er basert på data fra SafeSeaNet Norway for perioden 01.10.2021 – 01.10.2022 (heretter referert til som 2021/2022), samt AIS- og AISyRisk data. Analysen har identifisert hvilke områder som har høyest sannsynlighet for ulykker, og hvilke typer akutt forurensing som potensielt kan inntreffe.

3.1 Datagrunnlaget

Dette kapittelet beskriver hvilke data som er benyttet i den statistiske fremstillingen og i modelleringen av sannsynligheten for ulykkeshendelser.

Datagrunnlaget for fartøysbevegelser

Data fra skipsrapporteringssystemet SafeSeaNet Norway (SSN) er benyttet som grunnlag for de statistiske betraktningene av aktiviteten knyttet til transport av IMDG-last, inkludert miljøfarlig IMDG-last, radioaktiv last og eksplosjonsfarlig last. SafeSeaNet Norway er et nasjonalt meldingssystem for skipsfarten, som blant annet innbefatter lovfestet innrapportering av frakt av IMDG-last. Data for perioden 2021/2022 er benyttet som grunnlag. Utseilt distanse er deretter beregnet ut fra AIS-data for de konkrete seilasene.

Data fra skipsrapporteringssystemet Barents SRS er benyttet for å kartlegge aktiviteten av fartøy som kun transitterer NØS med radioaktiv last eller drivstoff. Fartøy i transitt rapporterer ikke til SSN, men i SRS. Barents SRS dekker området mellom Lofoten og Murmansk.

Datagrunnlaget for analysen av sannsynlighet for skipsulykker

DNV bruker seilas- og skipsspesifikke data fra SafeSeaNet Norway til å hente ut ulykkesfrekvenser fra AISyRisk, for å muliggjøre konsekvensanalyser. Data for perioden 2021/2022 er benyttet som grunnlag for denne analysen.

Sammenlikning

En sammenlikning med hovedtall fra «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» /8/ er inkludert i rapporten, hvor et gjennomsnitt av de tre analyseårene 2012, 2013 og 2014 er sammenliknet med analyseåret 2021/2022. Sammenlikninger inkluderer antall forsendelser og seilaser registrert i SSN (fordelt på spesielt miljøfarlig-, eksplosjonsfarlig- og radioaktiv last), aktiviteten i norske farvann (utseilt distanse fordelt på fartøystype og område) og sannsynligheten for skipsulykker. Det må derimot tas i betraktning at utseilt distanse ble kalkulert basert på et annet system enn AISyRisk i 2014, og at sammenlikningen dermed inneholder noe usikkerhet.

Analyse av store mengder fraktet last

Tre separate analyser har blitt gjort for å undersøke hvor i Norge de største mengdene av spesielt «farlige» stoffer fra hver kategori (eksplosjonsfarlig-, spesielt miljøfarlig-, og radioaktiv last) fraktes. For å kunne analysere de største lastvektene har dataene fra hver kategori blitt filtrert til å kun inkludere topp 10 % av registrerte lastvekter. Disse seilasene er illustrert ved bruk av tetthetsplott.

Datakvaliteten på registreringer av transporterte mengder av farlig last i SafeSeaNet Norway er varierende, hvor det ofte er forveksling mellom tonn og kilogram eller totalt fraværende data. Vurderingen har derfor sine usikkerheter, men er likevel utført for å gi et anslag og en overordnet oversikt over hvor i Norge spesielt store mengder av gitte stoffer blir fraktet. En «vasking» av dataene har blitt gjort for å redusere usikkerheten knyttet til feilregistreringer ved å fjerne forsendelser med åpenbare avvik i lastvekt.

De tre kategoriene som har blitt analysert er 1. Ammoniumnitrat (eksplosjonsfarlig last), 2. Spesielt miljøfarlig last (hele datasettet, og 3. Radioaktiv last med høyest skadekategori – Potensielt Skadelig (Gruppe I).

Miljørisiko er ikke vurdert i denne rapporten da en slik analyse behøver sikrere data knyttet til registrerte lastvektter gjennom hele datasettet, og ikke kun for de tre gruppene analysert ovenfor.

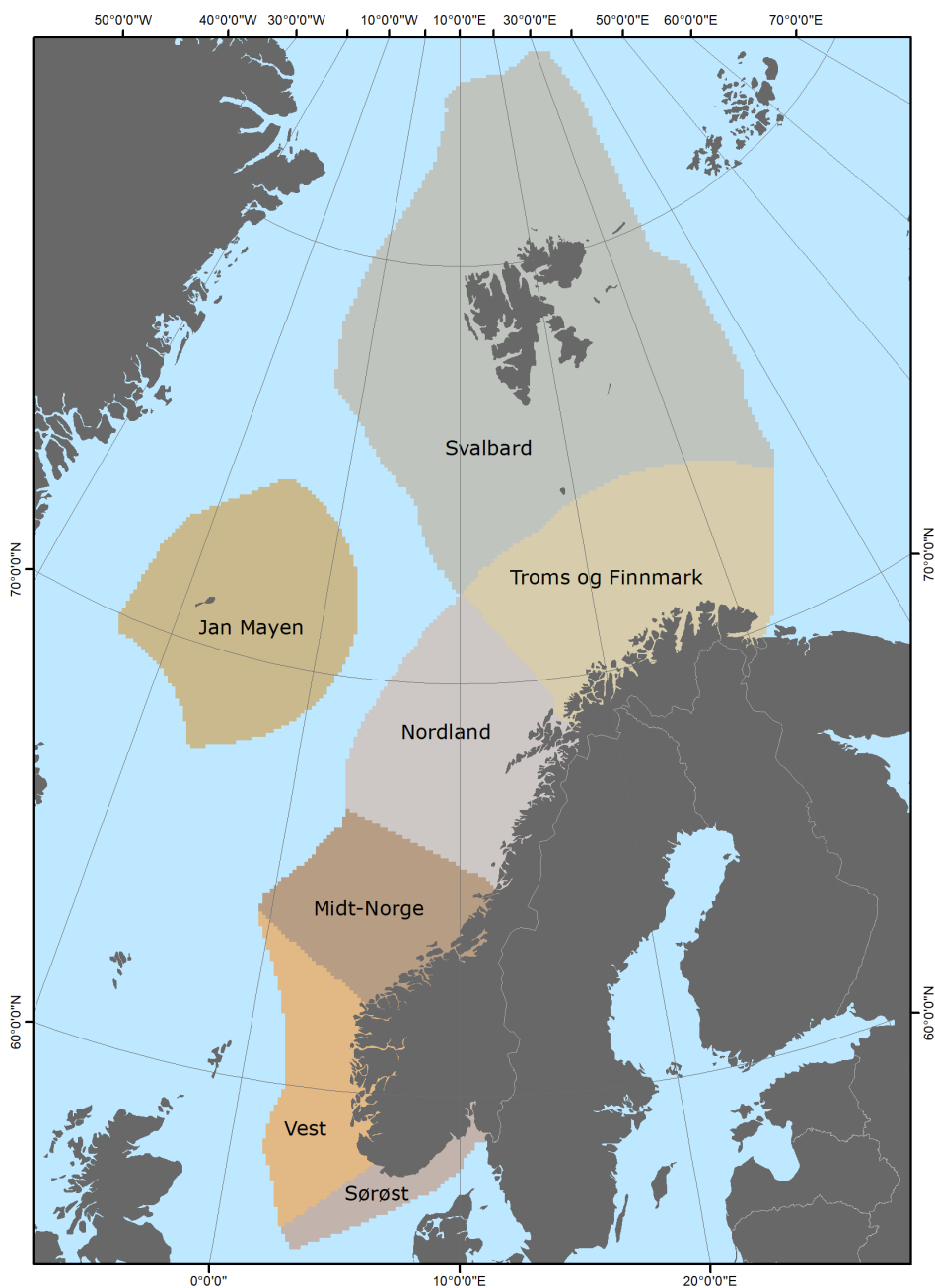
3.2 Avgrensning av analysen

Analyseområdet omfatter norske farvann som her defineres som alle havområder og farvann innenfor 200 nm av grunnlinjen (NØS). Farvannet innenfor grunnlinjen er også inkludert. Skipstrafikken er delt inn i syv geografiske områder, illustrert i Figur 3-1.

- Sørøst
- Vest
- Midt-Norge
- Nordland
- Troms og Finnmark
- Jan Mayen
- Svalbard

Områdene er relativt store og av ulik størrelse. Det siste kan potensielt påvirke tolkningen av resultatene, ettersom en lang kystlinje gir flere utseilte nautiske mil gitt det samme antall passerende skip. Det nevnes at Troms og Finnmark har den lengste kystlinjen, mens Svalbard er det største området.

Områdene er tilsvarende de som ble benyttet i foregående sjøsikkerhetsanalyse, med noen endringer: 1) Området Troms og Finnmark strekker seg ut til 200 nm grensen, slik at alle områdene rundt fastlands-Norge strekker seg like langt ut fra kysten (Figur 3-1) og 2) Områdene er knyttet til samme 10X10 km grid som Kystverket benytter i AISyRisk.



Figur 3-1 Inndeling av analyseområdet i områder med 10x10 km grid.

3.3 Ulykkeskategorier

Ulykkeskategoriene som er brukt i analysen er hentet fra AISyRisk:

- Grunnstøting: Grunnstøting inkluderer to typer; grunnstøting med maskinkraft og drivende grunnstøting. Fartøyet kan gå på grunn med maskinkraft, og grunnstøtingen skyldes da ofte en menneskelig eller teknisk feil. Alternativt kan fartøyet drive på land etter å ha mistet maskinkraft eller manøvreringsevne av tekniske årsaker.
- Kollisjon: Kollisjon mellom to fartøy skyldes ofte at kurskontroll i ett (eller begge) av fartøyene opphører i en periode, ulike oppfatninger av situasjonen, feilvurderinger eller lignende. Kontaktulykker (kollisjon med kai, bro etc.) er ikke inkludert.
- Strukturfeil (forlis): Strukturfeil inkluderer påkjenninger fra grov sjø (f.eks. stabilitetssvikt) og skader på skrog som medfører at fartøyet tar inn vann og synker (engelsk; foundering).
- Brann/eksplosjon: Brann/eksplosjon er uhellshendelser som kan føre til totalhavari. Brann ombord kan skade skroget slik at sjø kommer inn og fartøyet synker helt eller delvis.

3.4 Fartøystyper og størrelseskategorier

For analysen av skipstrafikken er fartøyene inndelt i de samme fartøystyper og størrelseskategorier som vist i Tabell 3-1. Disse er de samme som er benyttet i AISyRisk. Fartøystyper som har en utseilt distanse på under 0,5 % av den totale utseilte distansen i videre analyse er ekskludert i fremstillingen av resultatene.

Tabell 3-1 Fartøystyper og størrelseskategorier.

Fartøystyper	Størrelseskategorier
Råoljetankere	< 1 000 BT 1 000 – 4 999 BT 5 000 – 9 999 BT 10 000 – 24 999 BT 25 000 – 49 999 BT 50 000 – 99 999 BT ≥ 100 000 BT
Produkttankere	
Kjemikalietankere	
Gasstankere	
Bulkskip	
Stykkgodsskip	
Konteinerskip	
Ro-Ro last	
Kjøle-/fryseskip	
Cruise	
Passasjer	
Offshore supply skip	
Andre offshore service skip	
Andre aktiviteter	
Fiskefartøy	
Ukjent fartøystype	

4 TRANSPORT AV IMDG-LAST

4.1 Regulering og klassifisering av farlig last

Transport av farlig last til sjøs reguleres i all hovedsak av internasjonale regelverk utviklet av FNs International Maritime Organisation (IMO), og gjort obligatorisk gjennom SOLAS VII:

- IMDG-koden: Transport av pakket farlig gods.
- IBC-koden: Transport av farlige, flytende kjemikalier i bulk.
- IGC-koden: Transport av farlige, flytende gasser i bulk.
- IMSBC-koden: Transport av farlige, faste bulkklaster.
- INF-koden: Transport av pakket, bestrålt kjernebrensel, plutonium og høyradioaktivt avfall.

IMDG-koden

Klassifiseringssystemet i IMDG-koden (International Maritime Dangerous Goods) omfatter alle typer pakket farlig last (også flytende last) og er derfor benyttet til klassifisering av lasttyper i gjeldene studie. IMDG-koden har til hensikt å fremme trygg transport av pakket farlig gods. Koden regulerer stoffer sikkerhetsmessig ut fra risiko for mennesker, skip og miljø, og adresserer pakking og stuing av forsendelser, med særlig fokus på segregering av inkompatible produkter.

IMDG-koden er basert på FNs modellregelverk ("The Orange Book") og deler derved klassifiseringssystem med regelverkene for transport av farlig gods på vei og jernbane. Regelverkene benytter seg av FNs klassifikasjonsregime for farlige substanser der hver substans har en unik UN-kode. Videre deler regelverkene farlig gods i 9 kategorier eller klasser (Tabell 4-1):

Tabell 4-1 Klassifisering av farlig gods i henhold til IMDG koden.

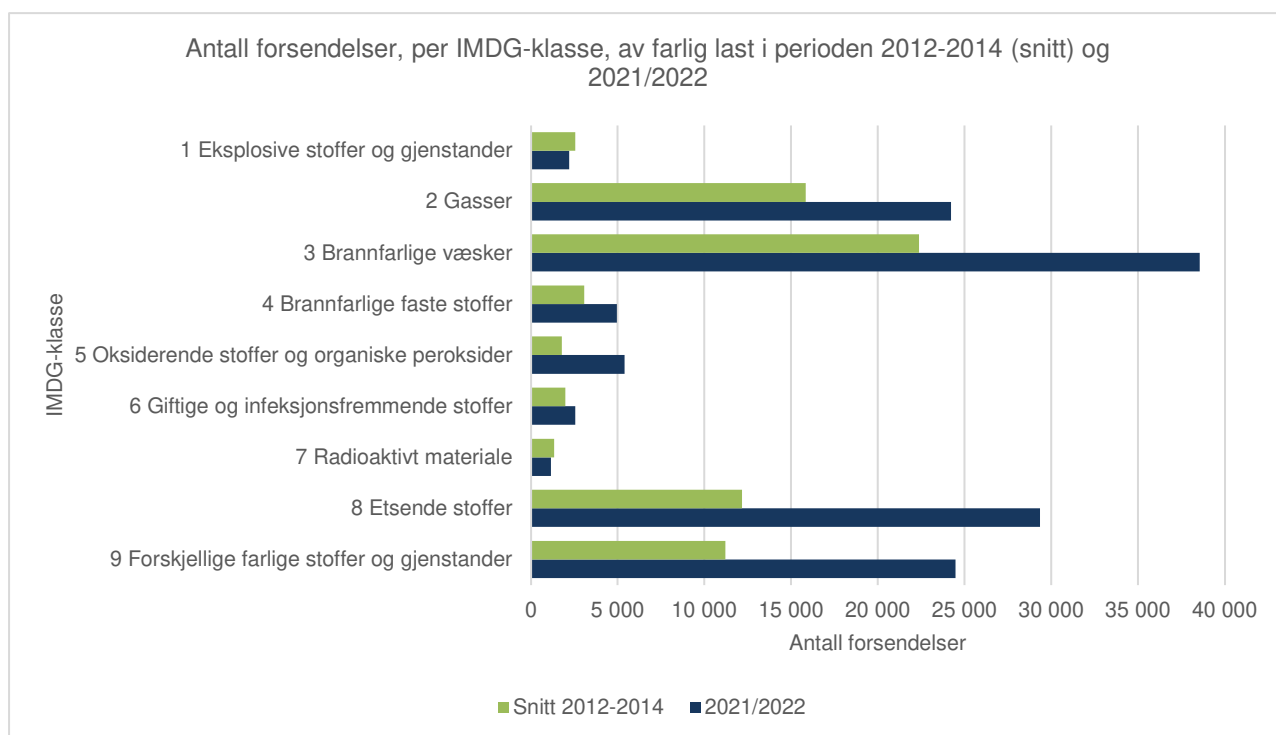
IMDG-klasse	Beskrivelse
1	Eksplorative stoffer og gjenstander
2	Gasser
3	Brannfarlige væsker
4	Brannfarlige faste stoffer
5	Oksiderende stoffer og organiske peroksider
6	Giftige og infeksjonsfremmende stoffer
7	Radioaktivt materiale
8	Etsende stoffer
9	Forskjellige farlige stoffer og gjenstander

Detaljer rundt spesifikke regelverk og gjeldende sikkerhetsbarrierer diskuteres i nærmere detalj i kapitlene om miljøfarlig last, radioaktiv last og drivstoff, og eksplosjonsfarlig last.

4.2 Transport av IMDG-last i norske farvann

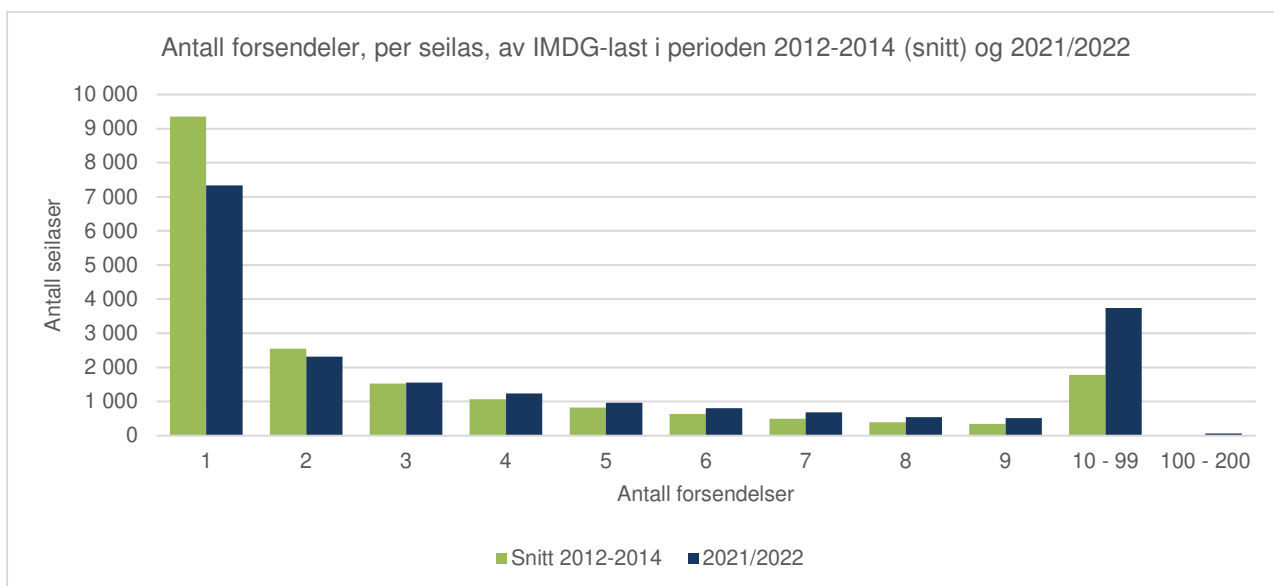
Det er gjennomført en statistisk analyse av data fra SafeSeaNet Norway for å presentere årlig transport av IMDG-last i norske farvann i 2012-2014 (snitt) /8/ sammenlignet med 2021/2022 (ett år).

Figur 4-1 viser antall registrerte forsendelser/laster per IMDG-klasse i perioden 2012-2014 (snitt) /8/ og 2021/2022. Totalt er det registrert 72 396 forsendelser i snitt i 2012-2014 og 132 916 forsendelser i 2021/2022. Figur 4-1 viser at IMDG-klassene 2, 3, 8 og 9 dominerer for begge år, med henholdsvis 22 %, 31 %, 17 % og 16 % av forsendelsene i 2012-2014, og 18 %, 29 %, 22 % og 18 % i 2021/2022. Merk at en forsendelse kan være alt fra en bunt gassflasker til gasstankere. I tillegg kan flere forsendelser med ulike IMDG-klasser inngå i en seilas.



Figur 4-1 Antall forsendelser merket som IMDG-last i norske farvann i perioden 2012-2014 (snitt) og 2021/2022, fordelt på IMDG-klasse.

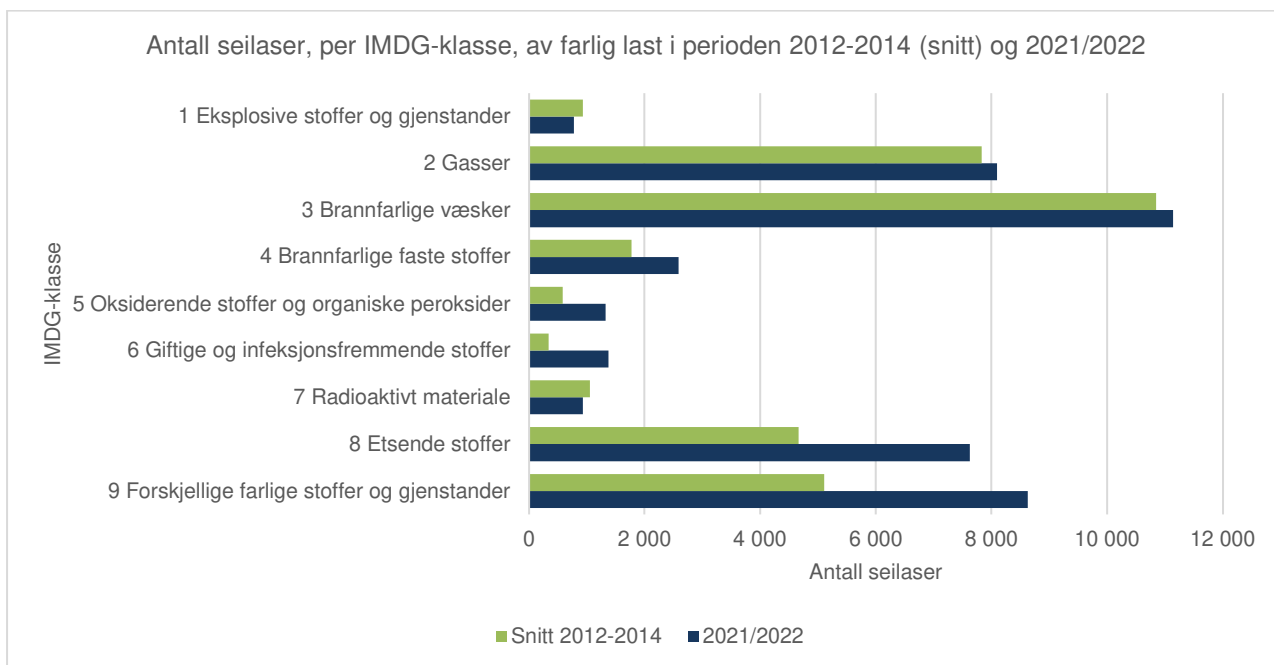
Det er foretatt 18 986 unike seilaser med IMDG-last i perioden 2012-2014 (snitt) /8/ og 19 757 unike seilaser i 2021/2022. Figur 4-2 viser at antall forsendelser per seilas varierer fra 1-200. I 2012-2014 (snitt) har kun 9 % av seilasene mer enn 9 forsendelser, og ca. 50 % av seilasene har kun én forsendelse. I 2021/2022 har 19 % av seilasene mer enn 9 forsendelser, og ca. 37 % av seilasene har kun én forsendelse. Seilaser med kun én forsendelse er mest sannsynlig tankskip, men kan også være konteinerskip med kun én konteiner med farlig gods.



Figur 4-2 Antall forsendelser (last-enheter) merket som IMDG-last i norske farvann i perioden 2012-2014 (snitt) og 2021/2022, per seilas.

Figur 4-3 viser antall seilaser per IMDG-klasse. Merk at totalt antall seilaser vil være lavere enn totalen av seilaser per IMDG-klasse, da en del seilaser vil inneholde gods fra ulike IMDG-klasser.

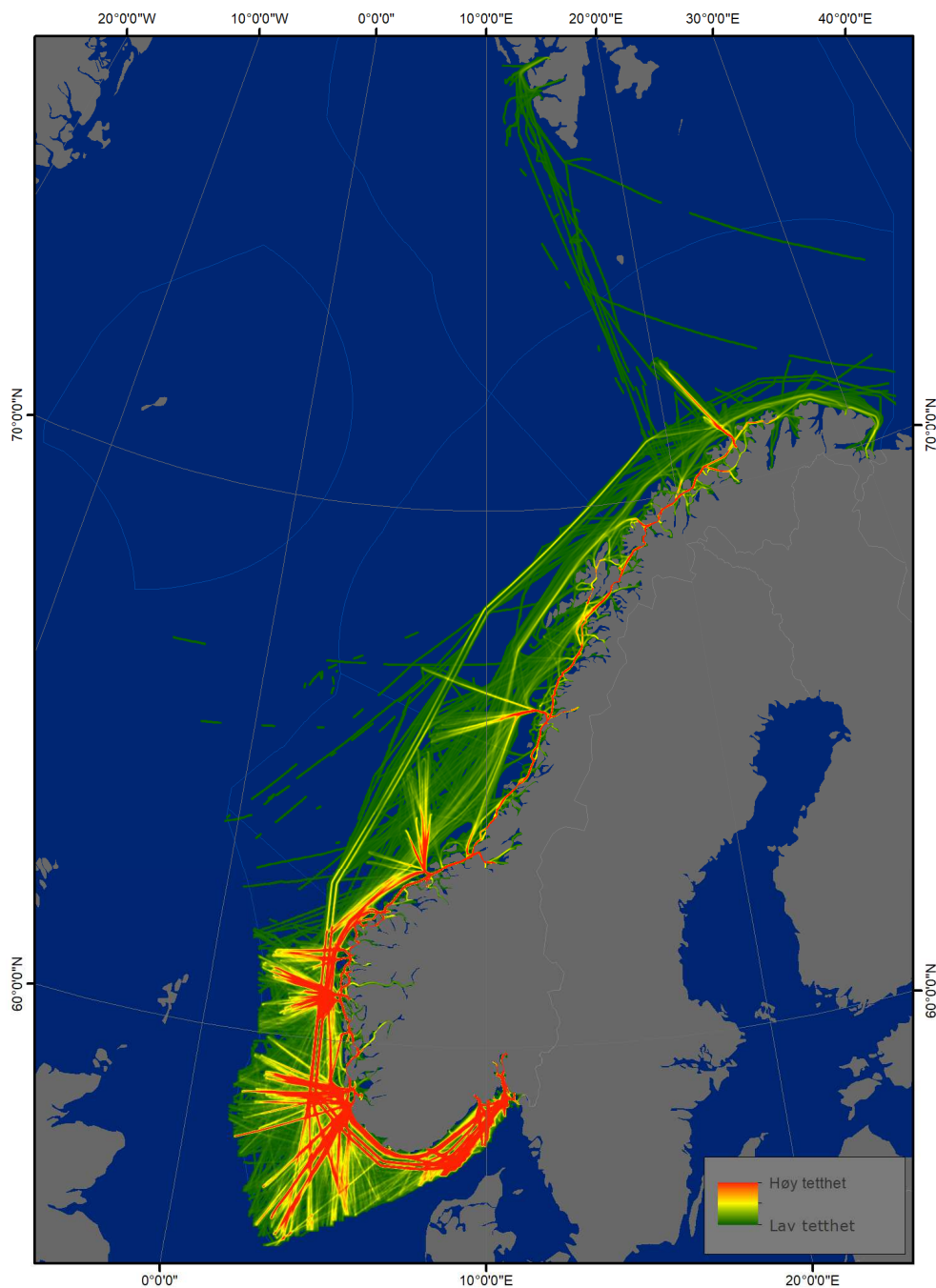
Fordelingen på fartøystyper og statistikk for lastvekter er ikke vurdert i denne delen. Dette vil bli diskutert i de påfølgende kapitlene som omhandler spesifikke typer IMDG-last.



Figur 4-3 Antall seilaser med IMDG-last i norske farvann i perioden 2012-2014 (snitt) og 2021/2022, fordelt på IMDG-klasse.

Figur 4-4 viser tetthetsplott for skipstrafikken med IMDG-last (alle registreringer i SafeSeaNet Norway, alle IMDG-klasser) i norske farvann, for perioden 2021/2022. Tetthetsplottet gir et totalbilde av farlige laster som transporteres i NØS. Formålet med tetthetsplottene er å differensiere intensiteten av skipstrafikken geografisk. Intensiteten i fargen indikerer frekvens, og er dermed et uttrykk for hvor tett skipstrafikken er ¹.

Det fremgår av Figur 4-4 at en stor andel av aktiviteten kan knyttes til olje- og gassproduksjon på sokkelen; det er klare spor fra alle forsyningsbasene langs kysten, og i farvannet rundt raffineriet på Mongstad og gassanleggene på Kårstø og Melkøya. Plottet viser også mye aktivitet i Oslofjorden og ved Grenland, og lite aktivitet rundt Svalbard.



Figur 4-4 Tetthet av spor fra fartøy som fører IMDG-last for perioden 2021/2022.

¹ Tettheten beregnes ut fra total lengde av spor innenfor en radius på 500 m dividert på arealet.

4.3 Transport av eksplosjonsfarlig last

Dette kapittelet presenterer resultater fra en kartlegging av dagens aktivitet for fartøy som fører eksplosjonsfarlig last i norske farvann (2021/2022). Eksplosjonsfarlig last omfatter produkter i flere IMDG-klasser. En delanalyse av ammoniumnitrat har blitt gjort for å se nærmere på hvor i Norge de største mengdene av stoffet transporteres fra og til.

Videre beregnes sannsynligheten for skipsulykker for fartøy som fører denne typen last, og gjeldende sikkerhetsbarrierer og hvilken konsekvens denne aktiviteten representerer diskuteres. En sammenlikning med hovedtall fra «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» /8/ er også inkludert underveis.

I denne analysen er eksplosjonsfarlig last definert som stoffer som er klassifisert under følgende IMDG-klasser:

IMDG-klasse 1 – Eksplosiver

Stoffer i klasse 1 varierer fra stoffer med høy fare for massedetonasjon av hele forsendelsen, til mindre farlige stoffer der eksplosjonsfaren i hovedsak er begrenset til beholderen, og der det ikke forventes farlig projeksjon av fragmenter.

IMDG-klasse 2 – Gasser

Klasse 2 består av brennbare gasser som acetylen og hydrogen, ikke-brennbare gasser som flytende og komprimerte gasser, og giftige gasser. Brennbare og ikke-brennbare gasser vil begge representere en eksplosjonsfare gitt en ulykke; ikke-brennbare gasser som for eksempel LNG vil ved utslipp til luft bli brennbar. Alle gassbeholdere vil representere en eksplosjonsfare ved oppvarming.

IMDG-klasse 5 – Oksiderende stoffer og organiske peroksider

Organiske peroksider er stoffer som har evne til eksoterm dekomponering ved normal eller forhøyet temperatur. Dekomponeringen kan utløses av varme, kontakt med forurensninger, friksjon eller støt. Noen organiske peroksider kan dekomponere eksplosivt.

Oksiderende stoffer kan, selv om de ikke nødvendigvis er brennbare selv, forårsake eller bidra til forbrenning av andre materialer og gjenstander som inneholder brennbare stoffer, hovedsakelig ved å avgis oksygen.

Grad av sensitivitet og eksplosjonsfare for spesifikke stoffer i de utvalgte IMDG-klassene er ikke analysert i detalj.

4.3.1 Aktiviteten i norske farvann

Dette kapittelet presenterer resultatene for dagens transport av eksplosjonsfarlig last, samt en overordnet vurdering av miljøkonsekvenser ved ulykke. Videre presenteres sannsynligheten for ulykker med fartøy som transporterer eksplosjonsfarlig last.

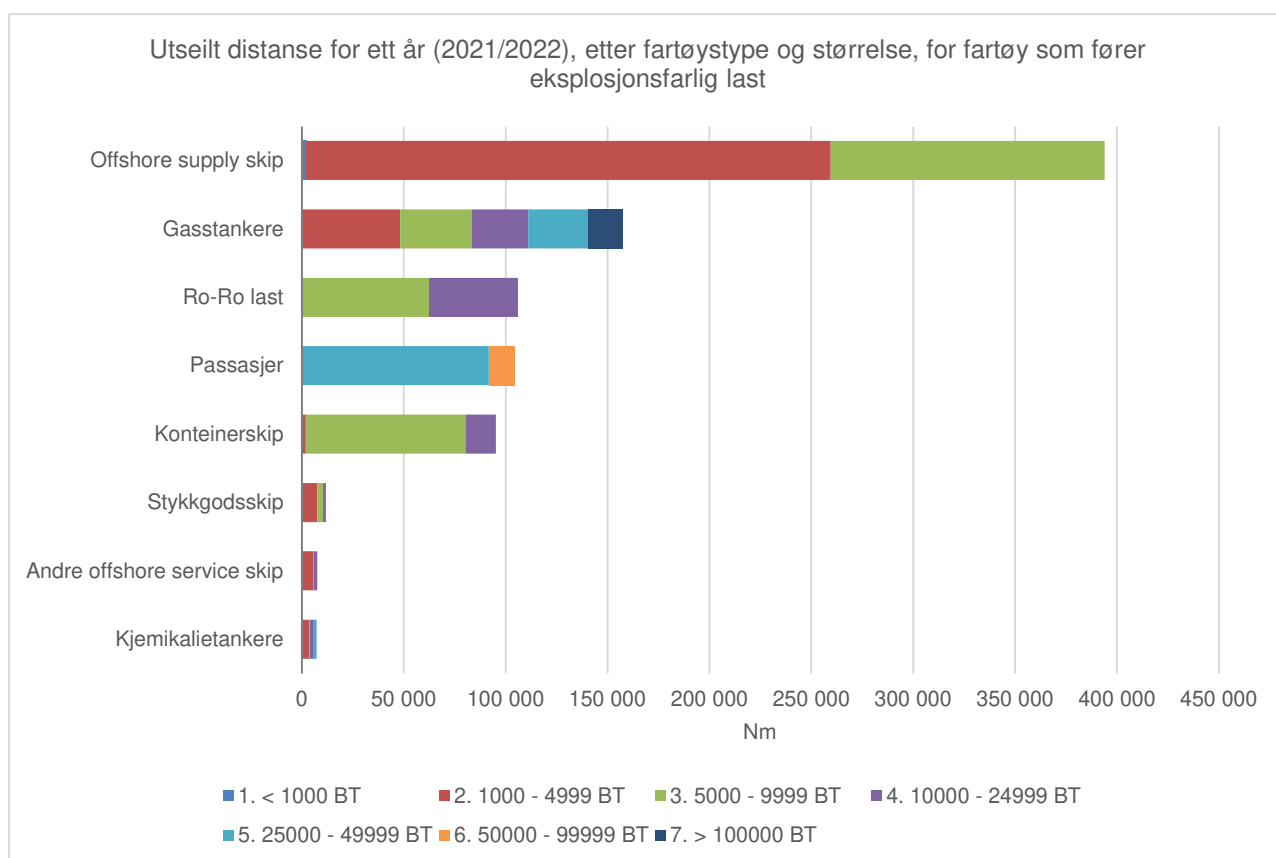
I perioden 2021/2022 er det totalt 31 854 registreringer med eksplosjonsfarlig last i 10 205 seilaser (SafeSeaNet Norway). Til sammenlikning var det i snitt i 2012-2014 /8/ 20 190 registreringer med eksplosjonsfarlig last i 9 349 seilaser. Antall registreringer med eksplosjonsfarlig last har derfor økt med 58 % siden 2014, mens antall seilaser har økt med 9 %.

En modellering av skipstrafikken blir gjort ved å bruke SafeSeaNet Norway til å hente ut rapporterte seilaser med eksplosjonsfarlig last (IMDG klasse 1, 2 og 5) i norske farvann for 2021/2022. Utseilt distanse er deretter beregnet ut fra AIS-data.

Beregnet utseilt distanse fordelt på fartøytype og størrelse

Figur 4-5 viser utseilt distanse for ett år (2021/2022) for fartøy som fører eksplosjonsfarlig last (IMDG klasse 1, 2 og 5). Trafikken domineres av offshore supply skip og gasstankere med henholdsvis 44 % og 18 % av den totale utseilte distansen. Videre har ro-ro skip, passasjerskip og konteinerskip 12 %, 12 % og 11 % av totalen. Gasstankere representerer de største fartøyene; ca. 2 % av den totale utseilte distansen er for gasstankere på mer enn 100 000 bruttotonn. Fartøystyper som har en utseilt distanse på under 0,5 % av den totale utseilte distansen er ikke inkludert i fremstillingen av resultatene.

I 2013 var trafikken også dominert av offshore supply skip (37 %), gasstankere (35 %), og ro-ro skip (9 %) /8/. Utseilt distanse med gasstankere har derfor gått ned 17 prosentpoeng siden 2013, mens de andre nevnte skipstypene har økt.

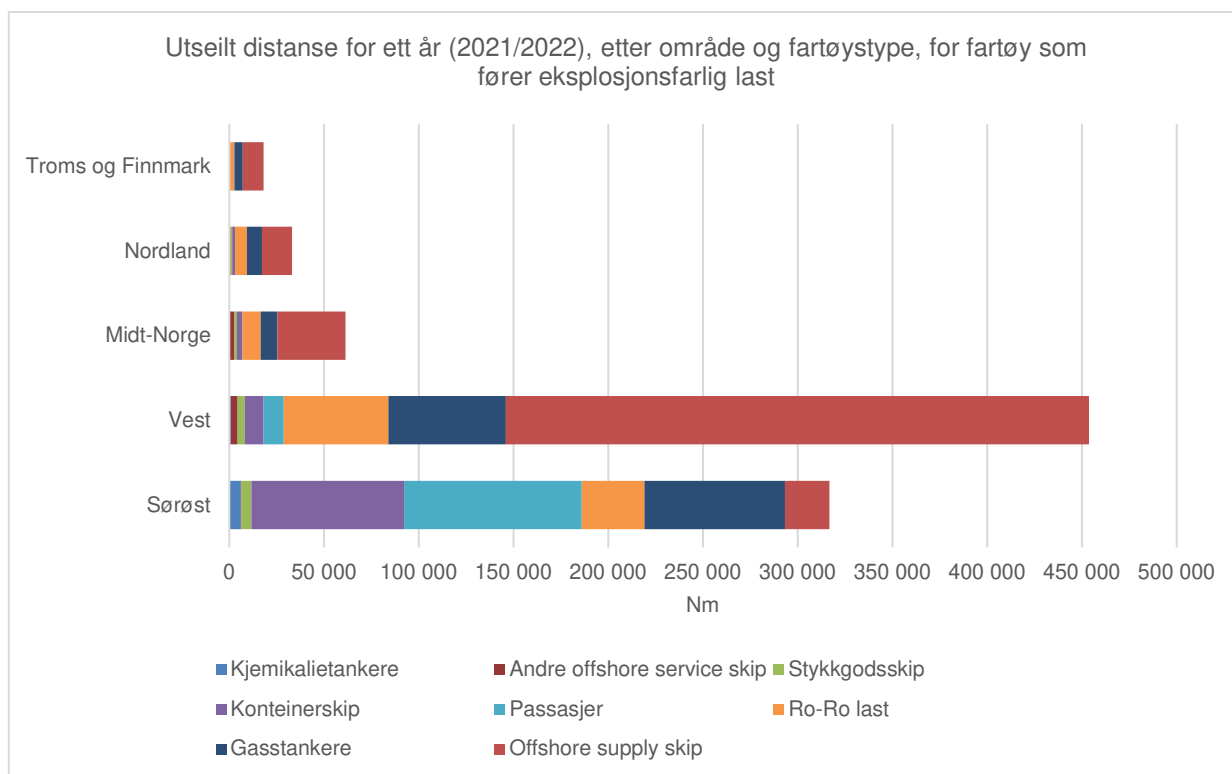


Figur 4-5 Utseilt distanse (nm) for ett år (2021/2022) for fartøy som fører eksplosjonsfarlig last (IMDG-klasse 1, 2 og 5) i norske farvann, etter fartøystype og størrelse.

Beregnet utseilt distanse fordelt på område

Figur 4-6 viser utseilt distanse for ett år (2021/2022) for fartøy som fører eksplosjonsfarlig last (IMDG-klasse 1, 2 og 5), etter område og fartøystype. Resultatene viser at det er mest trafikk i Vest og Sørøst med en andel på henholdsvis 51 % og 36 %, etterfulgt av Midt-Norge med 7 % av den totale utseilte distansen. Fartøystyper som har en utseilt distanse på under 0,5 % av den totale utseilte distansen er ikke inkludert i fremstillingen av resultatene. Det samme gjelder for områder som representerer under 0,5 % av den totale utseilte distansen.

I 2013 /8/ hadde også området Vest mest skipstrafikk med eksplosjonsfarlig last (52% av den totale utseilte distansen), etterfulgt av Sørøst (27 %) og Midt-Norge (12 %). Størst endring i fordelingen av distanse fra 2013 er at trafikken i Sørøst har gått opp med 9 prosentpoeng.



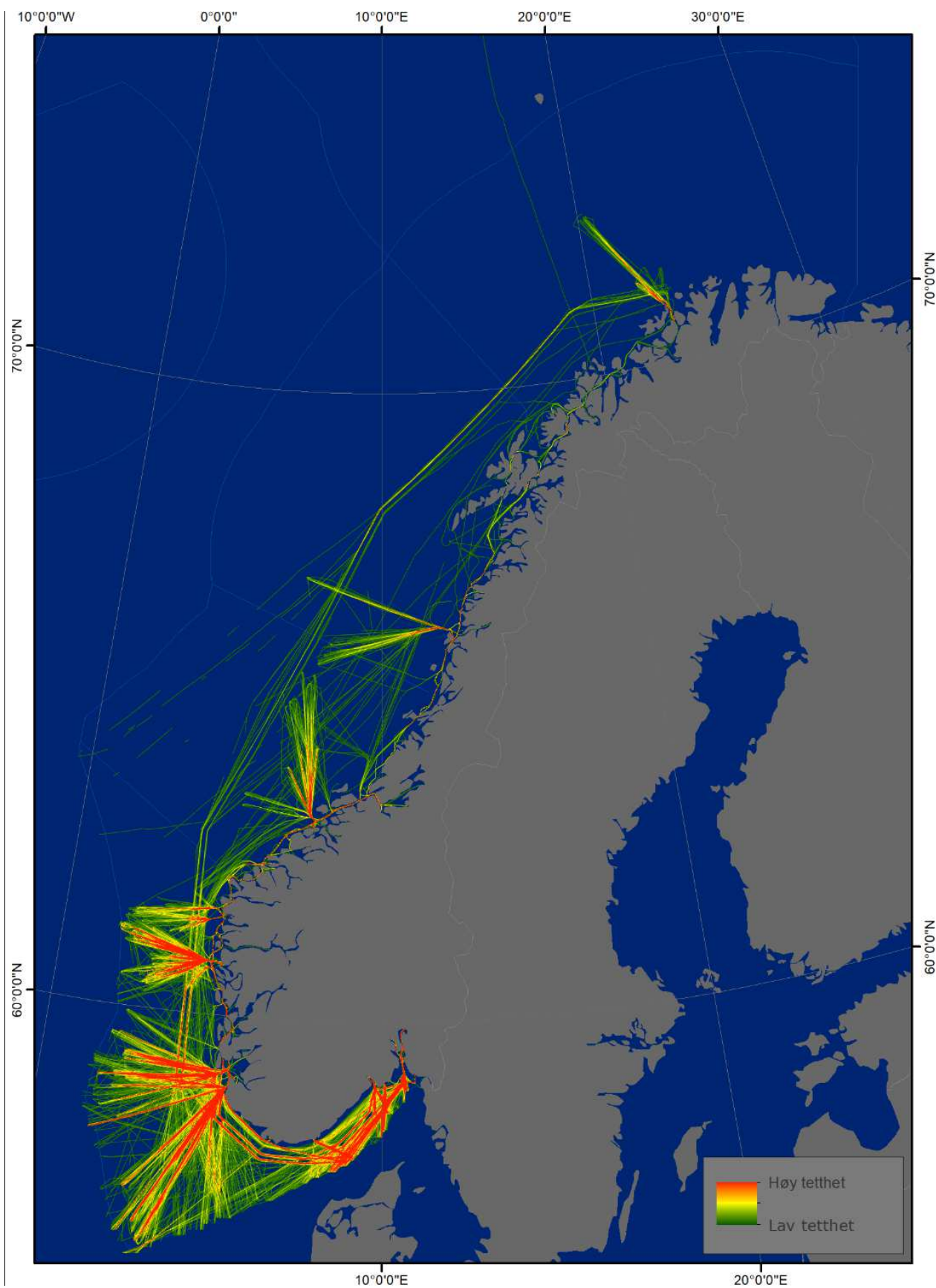
Figur 4-6 Utseilt distance (nm) for ett år (2021/2022), for fartøy som fører eksplosjonsfarlig last (IMDG-klasse 1, 2 og 5) i norske farvann, etter område og fartøytype.

Tetthetsplott

Figur 4-7 viser et tetthetsplott for skipstrafikk som fører eksplosjonsfarlig last (IMDG-klasse 1, 2 og 5) til og fra Norge basert på AIS-data for 2021/2022. Formålet er å differensiere intensiteten av skipstrafikken geografisk. Intensiteten i fargen indikerer frekvens, og er dermed et uttrykk for hvor tett skipstrafikken er langs kysten².

Tetthetsplottet viser at transport av eksplosjonsfarlig last er meget tett koblet til olje- og gassproduksjon på sokkelen; bortimot alt av skipsspor er knyttet til forsyningsbasene langs kysten. Det er også en del aktivitet i Oslofjorden og Skagerrak.

² Tettheten beregnes ut i fra total lengde av spor innenfor en radius av 500 m dividert på arealet.



Figur 4-7 Tetthet av spor fra fartøy som fører eksplosjonsfarlig last (IMDG-klasse 1, 2 og 5) for 2021/2022.

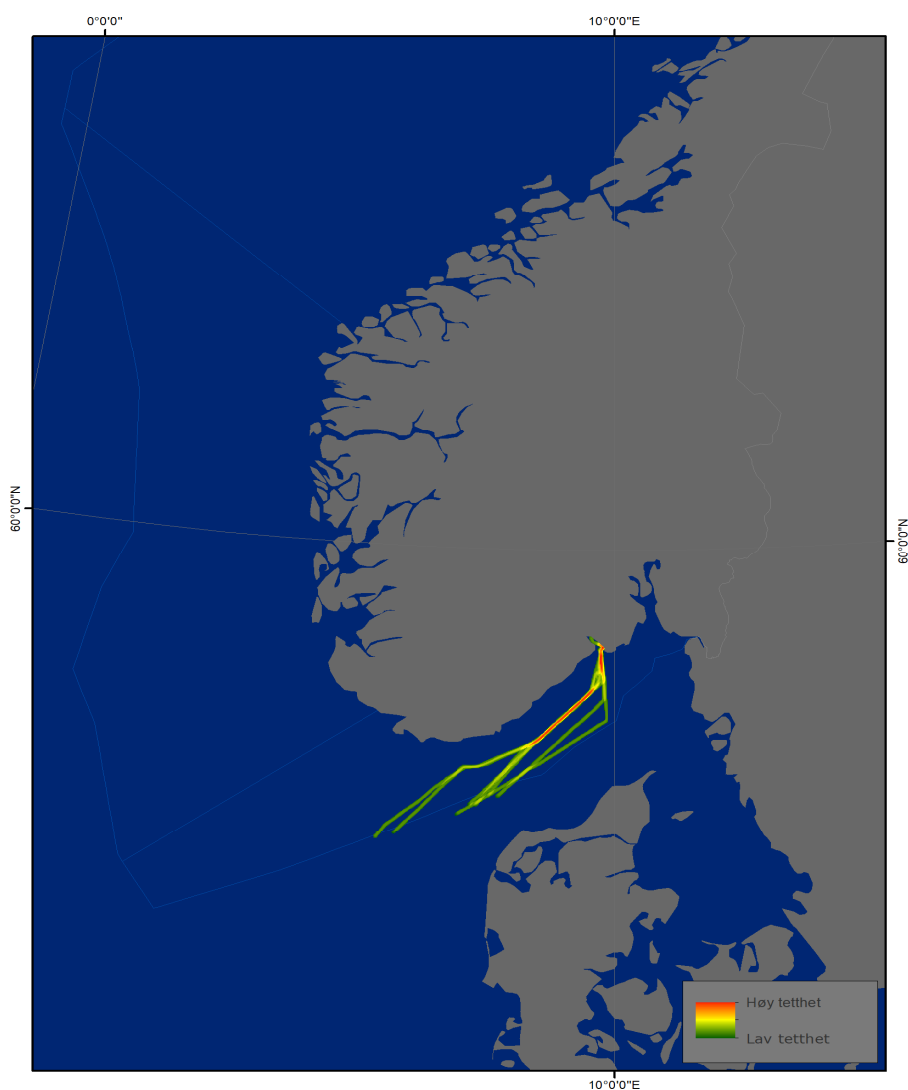
Transport av større mengder ammoniumnitrat

Det er gjennomført en delanalyse av særlige eksplosjonsfarlige stoffer for å illustrere hvilke norske havnebyer de største volumene transporteres fra og til, hvor ammoniumnitrat er valgt som eksempelstoff grunnet fokus på dette produktet.

Ammoniumnitrat i seg selv er ikke lett antennelig, men i kontakt med et annet brennbart materiale er det svært eksplosivt. Stoffet benyttes blant annet til å lage gjødsel og eksplosiver.

Forsendelse av store registrerte lastevекter av ammoniumnitrat i norske farvann viser at topp 10 % utgjør til sammen 8 forsendelser (fordelt på 8 ulike seilaser). Disse faller under IMDG klasse 5,1 – flytende ammoniumnitrat. Den registrerte lasten varierer fra 22 500 tonn til 28 000 tonn.

Hver last blir fraktet fra Herøya i Porsgrunn (Figur 4-8) til enten havnen Sluiskil (Rotterdam) i Nederland eller til USA (ikke oppgitt).



Figur 4-8 Tetthet av spor fra fartøy i norske farvann som fører større mengder ammoniumnitrat (IMDG-klasse 5,1) for 2021/2022.

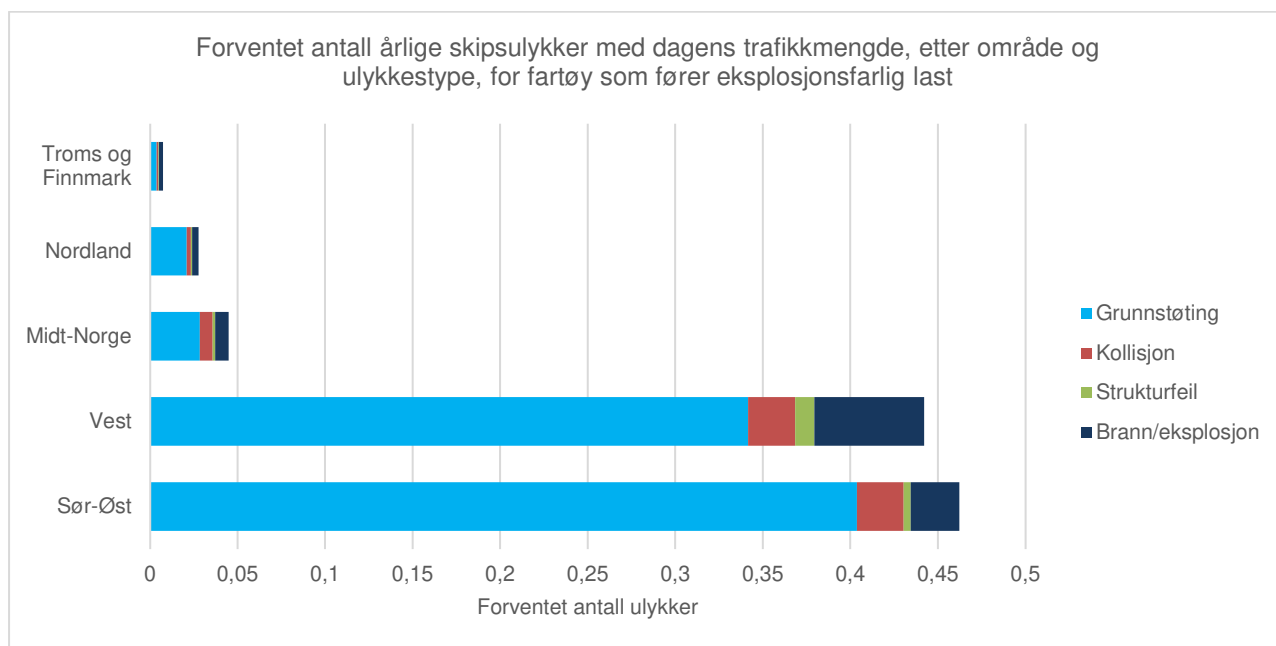
4.3.2 Beregnet sannsynlighet for skipsulykke

Sannsynligheten for ulykker i norske farvann innenfor hvert område blir beregnet ved å bruke de relevante seilasene (IMDG-klasse 1, 2 og 5) fra SafeSeaNet Norway til å hente ut ulykkesfrekvenser fra AISyRisk.

Figur 4-9 viser forventet antall årlige skipsulykker med dagens trafikkmengde (2021/2022), etter område og ulykkestype. Den forventede totale årlige frekvensen for en skipsulykke med fartøy som fører eksplosjonsfarlig last (IMDG-klasse 1, 2 og 5) i norske farvann er beregnet til 0,985, dvs. gjennomsnittlig én ulykke i året. Det presiseres at dette er sannsynligheten for en ulykke med et fartøy som fører eksplosjonsfarlig last, ikke sannsynlighet for et utslipp av eksplosjonsfarlig last.

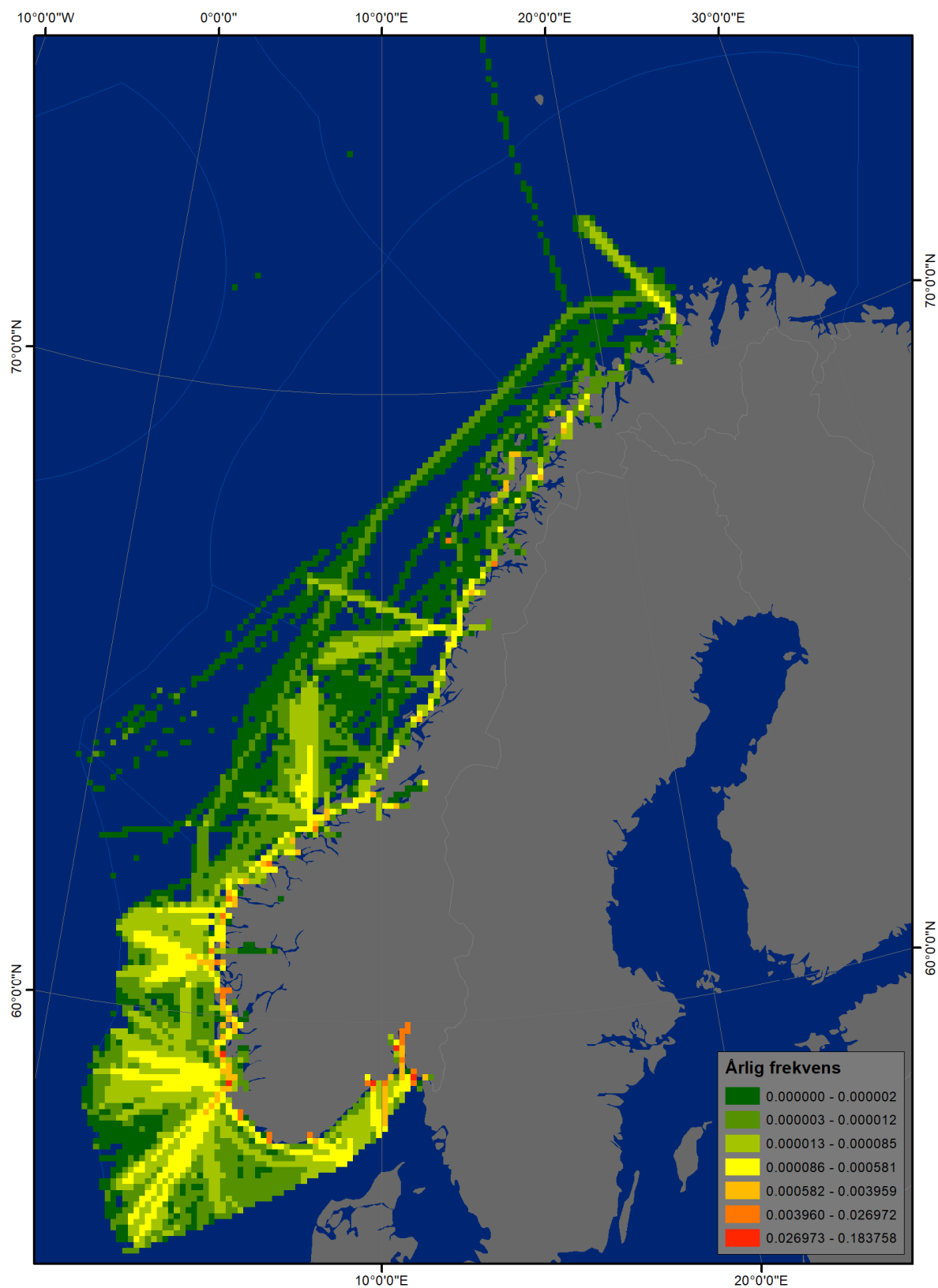
Forventet antall ulykker innen hvert område drives hovedsakelig av den utseilte distansen. Resultatene viser at for skipstrafikk med eksplosjonsfarlig last i norske farvann forventes det flest ulykker i Sørøst og Vest, ettersom disse områdene har høyest utseilt distanse. Grunnstøtinger er den dominerende ulykkestypen for hele kysten. Områder med en ulykkesfrekvens på under 0,5 % av den totale årlige frekvensen er ikke inkludert i fremstillingen av resultatene.

Til sammenlikning var den årlige frekvensen for en skipsulykke med fartøy som fører eksplosjonsfarlig last i 2013 /8/ beregnet til 1,7, dvs. gjennomsnittlig mer enn én ulykke hvert år (Vedlegg A). Det var da forventet flest ulykker i området Vest (0,9 per år), og grunnstøting var den dominerende ulykkestypen for hele kysten.



Figur 4-9 Forventet antall årlige skipsulykker med dagens trafikkmengde (2021/2022), etter område og ulykkestype, for fartøy som fører eksplosjonsfarlig last (IMDG-klasse 1, 2 og 5) i norske farvann.

Figur 4-10 viser den geografiske fordelingen av sannsynligheten for en ulykke med fartøy som fører eksplosjonsfarlig last (IMDG-klasse 1, 2 og 5). Vi ser at sannsynligheten for ulykker er forhøyet for farvannet rundt forsyningsbasene og sentrale havner langs kysten, og for farvannet ved Grenland, Larvik og Oslofjorden.



Figur 4-10 Forventet antall årlige skipsulykker per grid celle (10x10 km) for fartøy som fører eksplosjonsfarlig last (IMDG-klasse 1, 2 og 5) (2021/2022). Summen av ulykkesfrekvenser over alle grid-celler gir den forventede årlige frekvensen for en ulykke i norske farvann.

Sikkerhetsbarrierer

Eksplisjonsfarlig gods transporteres av flere ulike typer fartøy; de mest dominerende er offshore supply skip, gasstankere, ro-ro skip, passasjerskip og konteinerskip. Alle fartøytypene foruten gasstankere frakter alle farlig gods i pakket form, og er derfor som tidligere nevnt regulert av IMDG-koden.

Krav i IMDG-koden kan deles inn i tre nivå:

- Krav til design og testing av emballasje (kanner, kasser og fat), tanker og konteinere.
- Krav til pakking, stuing og merking av forsendelsen.
- Krav til plassering og segregering av forsendelsen ombord.

IMDG-koden setter krav til plassering av forsendelser basert på IMDG-klasse. For krav til plassering skilles det mellom lasteskip og fartøy med lavt passasjerantall (ikke mer enn 25 eller 1 per 3 meter skipslengde), og fartøy med høyere passasjerantall. Avhengig av IMDG-klasse og fartøytype kan forsendelser plasseres under dekk, på dekk, eller ikke være lovlig å føre.

4.3.3 Oppsummering av aktiviteten i norske farvann

I perioden 2021/2022 er det totalt 31 854 registreringer med eksplisjonsfarlig last fordelt på 10 205 seilaser (SafeSeaNet Norway). Til sammenlikning var det i snitt i 2012-2014 /8/ 20 190 registreringer med eksplisjonsfarlig last fordelt på 9 349 seilaser. Antall registreringer med eksplisjonsfarlig last har derfor økt med 58% siden 2014, mens antall seilaser har økt med 9%.

Det er beregnet utseilt distanse for 2021/2022 for fartøy som fører eksplisjonsfarlig last (IMDG klasse 1, 2 og 5) i norske farvann. Trafikken domineres av offshore supply skip og gasstankere med henholdsvis 44 % og 18 % av den totale utseilte distansen. Videre har ro-ro-skip, passasjerskip og konteinerskip 12 %, 12 % og 11 % av totalen. Gasstankere representerer de største fartøyene; ca. 2 % av den totale utseilte distansen er for gasstankere på mer enn 100 000 bruttotonn.

Akkumulert årlig ulykkesfrekvens for transport av material i IMDG-klasse 1, 2 og 5 er på 0,985, altså gjennomsnittlig én ulykke i året. Det presiseres at dette er sannsynligheten for en ulykke med et fartøy som fører eksplisjonsfarlig last, ikke sannsynlighet for at utslipp (og eksplisjon) forekommer.

For å danne et riktig risikobilde er det nødvendig å vite hvor store mengder av ulike produkter som transporteres, ikke bare antall forsendelser. Dataen fra SafeSeaNet Norway er derimot ikke god nok til denne type analyse for alle seilaser av eksplisjonsfarlig last, da kvaliteten på registreringer av transporterte mengder er varierende, hvor det ofte er forveksling mellom tonn og kilogram eller totalt fraværende data. Den mer begrensede delanalysen som ser nærmere på hvor i Norge de største mengdene av ammoniumnitrat transporteres fra og til, har kun gitt et anslag på aktivitet knyttet til dette spesifikke stoffet.

Forsendelse av store registrerte lastevæker av ammoniumnitrat i norske farvann viser at topp 10 % utgjør til sammen 8 forsendelser. Disse faller under IMDG klasse 5,1 – flytende ammoniumnitrat. Den registrerte lasten varierer fra 22 500 tonn til 28 000 tonn. Hver last blir fraktet fra Herøya i Porsgrunn til enten Nederland eller USA.

5 TRANSPORT AV SPESIELT MILJØFARLIG LAST

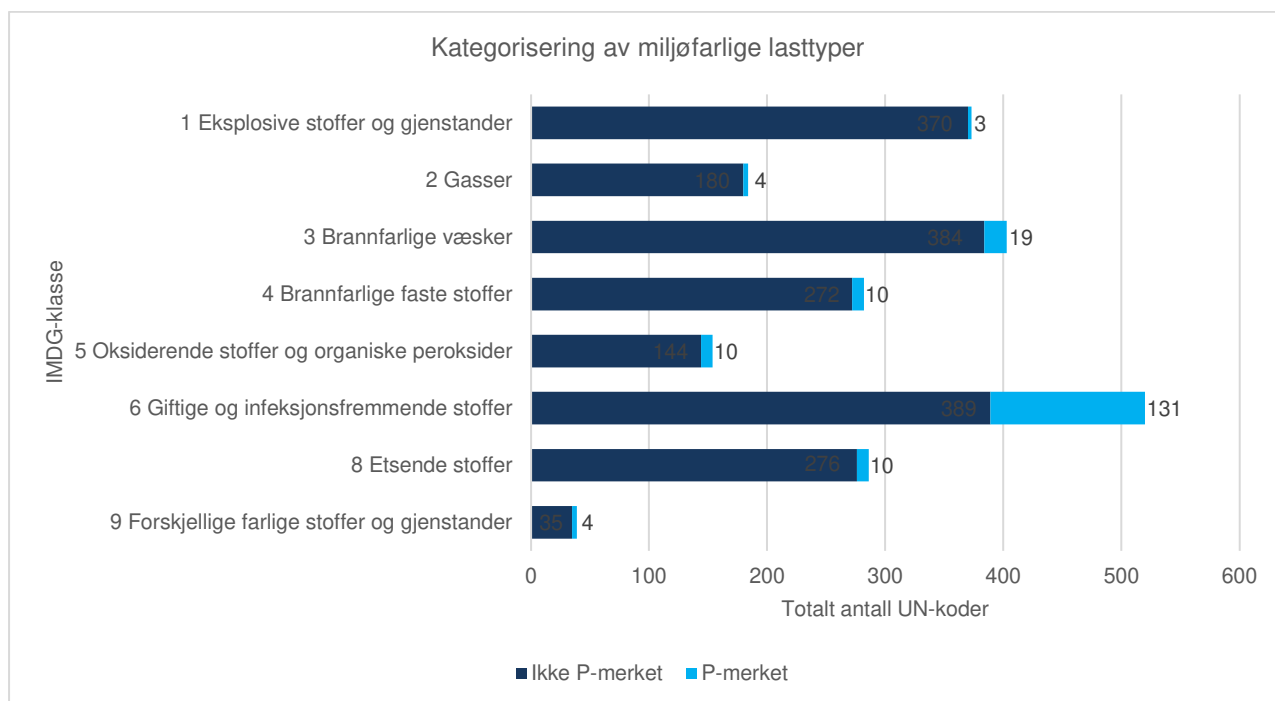
Dette kapittelet fokuserer på spesielt miljøfarlig last, annet enn olje (heretter referert til som miljøfarlig last). Først presenteres ulike typer og kategorier miljøfarlig last, etterfulgt av en overordnet vurdering av miljøkonsekvenser. Videre vises en modellering av dagens skipstrafikk (2021/2022) i norske farvann, tetthetsplott til å differensiere intensiteten av skipstrafikken geografisk, og sannsynligheten for ulykker med fartøy som transporterer miljøfarlig last. En analyse av hvor i Norge det fraktes større mengder spesielt miljøfarlige stoffer er også utført. Til slutt diskuteres gjeldende sikkerhetsbarrierer.

5.1 Kategorisering av miljøfarlige lasttyper

IMOs kriterier for «environmental hazardous substances» («P-merket») er lagt til grunn i videre kartlegging av miljøfarlige laster. Kriteriene er basert på internasjonalt arbeid i EU og OSPAR, og er nedfelt i EUs kjemikalier regelverket (REACH), Annex XIII. Kjemikalierne testes her med hensyn på bioakkumulering³, biologisk nedbrytbarhet og akutt giftighet. Lasttyper med P-merking inneholder derfor forbindelser som enten er meget giftige, lite nedbrytbare og/eller bioakkumulerende.

Av totalt 2241 eksisterende UN-koder (United Nations Code for Trade and Transport Locations), er 191 UN-koder klassifisert som P-merket (miljøfarlig). Kriteriene for miljøfarlig last gjelder ikke IMDG-klasse 7 (radioaktiv last), men er ellers representert i alle IMDG-klasser. Høyest andel miljøfarlige lasttyper finnes i IMDG-klasse 6 (25 %), som illustrert i Figur 5-1.

Hvis man trekker en parallell med fargemerkingen av kjemikalier i offshoreindustrien (grønn, gul, rød og sort kategori), så sorterer P-merket last under kategoriene rød og sort.



Figur 5-1 Fordelingen av miljøfarlig last (P-merket) og generell farlig last (ikke P-merket) på de ulike IMDG-kategoriene.

³ Med bioakkumulering menes når et stoff oppkonsentreres i næringskjeden.

I tillegg er det identifisert miljøfarlige stoffer som er omfattet av resultatmål om vesentlige reduksjoner, og derfor satt opp på en nasjonal prioritetsliste. Denne er, med noen unntak, identisk med OSPAR sin prioriteringsliste. For offshoreindustrien er det forbud mot bruk og utslipp av stoffer på den nasjonale prioritetslisten. Stoffer som står på prioritetslisten, oppfyller minst ett av følgende kriterier:

- Lite nedbrytbare stoffer, som hoper seg opp i levende organismer og som a) har alvorlige langtidsvirkninger for menneskers helse, eller b) er svært giftige i miljøet.
- Svært lite nedbrytbare stoffer som svært lett hoper seg opp i levende organismer (uten krav til kjente giftvirkninger).
- Stoffer som gjenfinnes i næringskjeden og som gir tilsvarende grunn til bekymring.
- Andre stoffer, slik som hormonforstyrrende stoffer og tungmetaller, som gir tilsvarende grunn til bekymring.

For en mer detaljert beskrivelse av kriterier og verdier for prioritetslisten vises det til Miljøforvaltningens nettsider.

5.2 Aktiviteten i norske farvann

Dette kapittelet presenterer resultatene av en kartlegging av dagens transport av miljøfarlig last (2021/2022). Det er benyttet de samme UN-kodene for P-merket last som for «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» /8/. En overordnet vurdering av miljøkonsekvenser ved ulykke er presentert, samt sannsynligheten for ulykker med dagens skipstrafikk. En sammenlikning med hovedtall fra «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» /8/ er også inkludert underveis.

5.2.1 Aktivitet i norske farvann og miljøkonsekvenser ved ulykke

I perioden 2021/2022 er det registrert 238 seilaser med miljøfarlig last i norske farvann fordelt på 23 forskjellige produkter (UN-koder). Disse UN-kodene går under IMDG-klasse 3, 4.1, 5.1, 6.1, 8 og 9, med en majoritet (65 %) av produktene i klasse 3 og 6.1 (Tabell 5-1). 4 av 23 lasttyper står på nasjonal prioritetsliste og/eller OSPAR sin prioritetsliste.

Til sammenlikning ble det i snitt i 2012-2014 /8/ registrert 223 seilaser med miljøfarlig last i norske farvann, fordelt på 49 forskjellige produkter (UN-koder). Disse UN-kodene gikk også under IMDG-klasse 3, 4.1, 5.1, 6.1, 8 og 9, med en majoritet (75 %) av produktene i klasse 3 og 6.1. 15 av 49 lasttyper stod på nasjonal prioritetsliste og/eller OSPAR sin prioritetsliste.

Antall seilaser med miljøfarlig last er derfor marginalt opp siden 2014 (7 %), mens antall UN-koder lasten er fordelt på er ned med 53 %.

Tabell 5-1 Miljøfarlige produkter transportert i norske farvann i perioden 2021/2022, fordelt på IMDG-klasse.

IMDG-klasse	Antall produkter
3 Eksplosive stoffer og gjenstander	8
4.1 Brannfarlige faste stoffer	1
5.1 Oksiderende stoffer	3
6.1 Giftige stoffer	7
8 Etsende stoffer	3
9 Forskjellige farlige stoffer og gjenstander	1

IMDG-klassifiseringen er HMS-relatert og definerer krav til emballasje, merking og barrierer ved skipstransport, men sier lite om hvilken type miljøskade man kan forvente gitt en ulykkeshendelse. For en overordnet vurdering av miljøkonsekvenser er det derfor valgt å gjøre en klassifisering uavhengig av IMDG-koden. I stedet er vurderingen basert på fellestrekk i komposisjon, spredning, effekt og/eller levetid i det marine miljø. Miljøfarlige lasttyper transportert med fartøy i perioden 2021/2022 er presentert for fire hovedgrupper, etterfulgt av en overordnet vurdering av miljøkonsekvenser for hver gruppe, gitt et uhellsutslipp.

Følgende hovedgrupper er vurdert:

- Hydrokarboner og naturlige oljer
- Halokarboner og metallokarboner
- Cyanider, aminer og korroderende stoffer
- Tungmetaller

I vurdering av miljøkonsekvenser er det ikke tatt hensyn til eksisterende barrierer, sannsynlighet for lekkasje eller lekkasjerater til det ytre miljø. Vurderingene er basert på et i-verste-fall scenario, hvor lasten brått lekker ut i sjøen. En kvantitativ miljørisikovurdering basert på definerte utslippsscenarioer (stoff, mengde, lokalitet og sesong) inngår ikke i gjeldende studie.

Hydrokarboner og naturlige oljer

Hovedgruppen hydrokarboner og naturlige oljer (Tabell 6-2) består av 6 ulike produkter som til sammen er registrert i 103 seilaser i perioden 2021/2022, tilsvarende 43 % av alle seilaser med miljøfarlig last. Kategorien består stort sett av raffinerte oljeprodukter, foruten UN-kode 1272 (terpentinolje) som er et rensert konsentrat fra furutrær. To viktige fellestrekk i denne kategorien er at forbindelsene er uløselige, eller svært lite løselige i vann, og er i tillegg lettere enn vann. Gitt et uhellsutslipp av stoffer i denne kategorien vil miljøkonsekvensene likne mye på et oljesøl, med den forskjellen at de rensede oljefraksjonene ikke inneholder vannløselige komponenter (BTEX og korte alkaliske forbindelser). Konsekvensene vil derfor primært være avgrenset til havoverflaten, og miljøressurser som kan bli eksponert er i første rekke sjøfugl og marine pattedyr.

Tabell 6-2 viser en oversikt over miljøfarlig last i hovedgruppen *hydrokarboner og naturlige oljer*. CAS (Chemical Abstracts Service) nummer i parentes viser til hovedsubstansen i en substansgruppe (f.eks. n-heptan for heptaner). Relativ tetthet angir tetthet i forhold til sjøvannstetthet.

Tabell 5-2 Oversikt over miljøfarlig last i hovedgruppen *hydrokarboner og naturlige oljer* som ble transportert i norsk farvann i perioden 2021/2022.

UN	IMDG	ID	CAS	Fase	Relativ tetthet i forhold til vann	Løselighet (g/liter ved 20 °C)
1206	3	HEPTANE(S)	142-82-5	Væske	Lavere	<0,001
1262	3	OCTANE(S)	111-65-9	Væske	Lavere	<0,001
1920	3	NONANE(S)	111-84-2	Væske	Lavere	<0,001
1299	3	TURPENTINE	8006-64-2	Væske	Lavere	<0,001
1272	3	PINE OIL	8002-09-3	Væske	Lavere	<0,001
2850	3	PROPYLENE TETRAMER (1-DODECENE)	112-41-4	Væske	Lavere	<0,001

Transport av heptan(er) dominerer denne kategorien med totalt 64 registrerte seilaser (62 %). Rensede alkaner (heptaner-C7, oktaner-C8, nonaner-C9) er relativt bestandig med halveringstider i sjøvann på 1-3 måneder. I tilfelle et alkanutslipp anses det naturlig å vurdere beredskapstiltak (mekanisk oppsamling og/eller tilsetning av dispergeringsmidler), og særlig hvis utslippet inntreffer nær viktige områder for sjøfugl og pattedyr.

Halokarboner og metallokarboner

Hovedgruppen *halokarboner og metallokarboner* (Tabell 6) består av 4 ulike produkter som til sammen er registrert i 58 seilaser i perioden 2021/2022, tilsvarende 24 % av alle seilaser med miljøfarlig last. Denne kategorien inneholder organiske substanser (både ferdig produkter og forstadier av produkter) med enten halogen (klor, fluor, brom eller jod) eller et metall i strukturen.

Et viktig fellestrekk for produktene i denne kategorien er at de er tyngre, ofte mye tyngre enn vann og derfor vil synke og forbli på havbunnen gitt et uhellsutslipp. Løseligheten varierer fra nærmest uløselig til lav, med unntak av UN 2023 (epiklorhydrin; se Tabell 6).

Tungt løselige organiske stoffer som inneholder enten halogen eller metall har generelt sett lang levetid i det marine miljø. I tillegg har flere av disse stoffene stor tendens til bioakkumulering, det vil si at celler og generelt organisk materiale vil inneholde (mye) høyere konsentrasjoner enn vann. Avhengig av størrelse og kompleksitet på forbindelsen, og evnen til omdanning (avgiftning) i eksponerte organismer, vil forbindelser i denne kategorien også kunne oppkonsentreres i næringskjeden (biomagnifisering).

Grunnet høy tetthet og lav løselighet vil produkter i denne kategorien i første omgang gi miljøeffekter på havbunnsorganismer, og på fisk som beiter på bunnssubstratet, for eksempel hyse og torsk. Produktene er resistente mot bakteriell nedbrytning og forblir i det marine miljø over lang tid (år). Miljøeffektene av et utslipp forventes derfor å være målbar over lang tid.

Datasettet viser transport av ett produkt (UN 3432) som det innen EØS er forbud mot produksjon og eksport av. DNV antar at dette gjelder transport av utrangert materiale som skal til videre prosessering i sertifiserte, landbaserte avfallsanlegg.

Tetrakloroetylen (UN 1897), bedre kjent som PER eller PERC, er på nasjonal prioritetsliste fordi det mistenkes å være kreftfremkallende. PER blir mest brukt til rensing av tekstiler og metaller, og er på land hovedsakelig en kilde til luftforurensning. Det ble i perioden 01.10.2021-01.10.2022 registrert 16 seilaser med last av denne typen. PER er en flyktig forbindelse som fordampes til atmosfæren, hvis lekkasjen skjer over vannoverflaten. Gitt en hendelse under vannlinjen vil størrelsen på utslippet være avgjørende for hva som akkumuleres på havbunnen. Ifølge en risikovurdering fra EU, brytes forbindelsene kun ned i anaerobt (oksygenfritt) miljø /10/. Ved mindre utslipp forventes PER å bli transportert med vannmassene, noe som resulterer i økt spredning og dermed mindre akkumulering i de marine sedimentene. PER har lavt potensiale for bioakkumulering og biomagnifisering.

Epiklorhydrin (UN 2023) er utypisk for kategorien ved at den hydrolyserer i kontakt med vann og danner en vannløselig, gentoksisk og hormonforstyrrende forbindelse (3-MCPD) som er et kjent biprodukt i soyabaserte dagligvarer. Epiklorhydrin og 3-MCPD er ikke satt opp på nasjonal eller internasjonal prioritetsliste. Det er ikke gjennomført en risikovurdering av 3-MCPD eller en generell vurdering av effekter på akvatiske organismer, men forbindelsen er ifølge sikkerhetsdatabladet fra Sigma ikke klart bionedbrytbar. Gitt god løselighet i vann forventes det ikke at 3-MCPD vil bioakkumulere i akvatiske organismer. Det er registrert skipstransport av epiklorhydrin i volumer opp til 26 tonn. Det er totalt registrert 31 seilaser som fører last med epiklorhydrin. Et utslipp av epiklorhydrin vil i første omgang gi effekter på organismer i vannsøylen. Langtidseffekter av 3-MCPD kan ikke utelukkes.

Tabell 5-3 viser en oversikt over miljøfarlige last i hovedgruppen *halokarboner og metallokarboner*. Relativ tetthet angir tetthet i forhold til sjøvann: «+» = høyere tetthet enn sjøvann. Produkter i kursiv er på nasjonal/internasjonal liste over

prioriterte stoffer som omfattes av resultatmål om vesentlige reduksjoner. Produkter skygget med mørk grå farge (og skravert) mistenkes å være kreftfremkallende.

Tabell 5-3 Oversikt over miljøfarlig last i hovedgruppen *halokarboner og metallokarboner* som ble transportert i norsk farvann i perioden 2021/2022.

UN	IMDG	ID	CAS	Fase	Relativ tetthet	Løselighet (g/liter ved 20 °C)
1897	6.1	TETRACHLOROETHYLENE (PERC)	127-18-4	Væske	+	1,5
3432	9	POLYCHLORINATED BIPHENYLS, SOLID	1336-36-3	Fast	+	<0,001
2023	6.1	EPICHLOROHYDRIN (3-MCPD)	106-89-8 (96-24-2)	Væske	+ (+)	Hydrolyserer (Godt løselig)
1702	6.1	1,1,2,2-TETRACHLOROETHANE	79-34-5	Væske	+	2,8

I tilfelle et utslipp med halo- og metallokarboner anses det naturlig å vurdere tiltak som overdekking/ berging.

Cyanider, aminer og korroderende stoffer

Hovedgruppen *cyanider, aminer og korroderende stoffer* (Tabell 5-4) er en heterogen gruppe bestående av 9 ulike produkter som sammen er registrert i 68 seilaser i perioden 2021/2022, tilsvarende 29 % av alle seilaser med miljøfarlige laster. Kategorien består av industrielle standardkjemikalier (hypokloritt, cyanider), eller mellomledd til standardkjemikalier. Det er ingen produkter i denne kategorien som er omfattet av resultatmål på prioritetsliste om vesentlige reduksjoner.

Viktige fellestrekk for alle produkter i denne kategorien er at de er meget toksiske, men raskt nedbrytbare i det marine miljø. I tillegg er de fleste produktene godt løselige i vann. Cyanider i vann finnes som frie cyanider (HCN , CN^-), metallcyanid komplekser (Metall-CN), cyanate (CNO^-), thiocyanate (SCN^-) og organocyanider (nitriler) /53/. Formen av cyanid som er tilstede i sjøvannet er avhengig av miljøfaktorer som pH og temperatur /54/. Den mest dominerende cyanidformen i vann med pH under 9,2 (sjøvanns pH ~ 8,1) er hydrogen cyanid (HCN). Denne formen for cyanid (HCN) er flyktig og vil fordampe raskt fra vannoverflaten. Hydrogen cyanid (HCN) er en spesielt giftig forbindelse og er den formen av cyanid som er mest tilgjengelig for biota, men vil trolig ikke vedvare i det marine miljø over lenger tid på grunn av dens flyktige egenskaper. Halveringstiden til HCN i gassform er 1-3 år, i åpent luftrom vil HCN raskt fordeles og fortynnes til konsentrasjoner som ikke er giftige /55, 56/. HCN bindes ikke til planter eller jord, men kan bli mikset inn i vann /56/. Cyanider (hovedsakelig CN^-) kan danne komplekser med metaller som finnes i sjøvannet som er mindre giftig for akvatiske organismer enn frie cyanider /57/. Dannelsen av cyanid-metall komplekser skjer trolig i mindre skala siden pH nivået i sjøvann ikke forårsaker dannelse av mye CN^- , men hvor cyanid finnes i formen HCN . Toksisiteten til kompleksene vil være avhengig av type metall og dets stabilitet /58/.

Hypokloritt er et oksideringsmiddel og brukes som et desinfeksjonsmiddel /59/. Tilsettes stoffet i vann blir det til aktive klorforbindelser; underklorisyrling (HOCl) og hypokloritt-ion (OCl^-). Disse forbindelsene er ustabile og reagerer med organisk materiale. Denne reaksjonen kan danne organhalogener, slike desinfeksjonsbiprodukter (DBP) kan dannes i konsentrasjoner som er skadelige for det marine miljøet. Effekten er avhengig av mengde hypokloritt og konsentrasjon ved et evt. utslipp.

I sjøvann vil den anioniske formen av hypokloritt dominere og reagere med bromid, som er naturlig tilstede i sjøvann, og danne hypobromitt /59/. Tilstedeværelse av ammoniumioner (NH_4^+) kan føre til dannelse av kloraminer (NH_2Cl) i reaksjon med hypokloritt. Dannelse av hypobromitt og kloraminer er konkurrerende kjemiske reaksjoner og vil være

avhengig av pH, salinitet og Cl/N forhold i sjøvannet, hvor høy pH og lav salinitet vil fremme dannelsen av kloraminer. De bromerte forbindelsene er mer giftige.

Miljøkonsekvenser fra et uhellsutslipp i denne kategorien vil primært være konsentrert til organismer i vannsøylen (fisk og plankton). Effekten vil være akutt toksisk (økt dødelighet) i et vannvolum som vil være avhengig av utslippsmengden. Lette alkalimetallcyanidene løses i vann og danner CN⁻ som vil omdannes til HCN og forsvinne fra vannets overflate gjennom fordamping, mens små mengder av tyngre metallcyanider fjernes fra vannet ved biodegradering eller sedimentering /54/. Metallcyanider med høy tetthet og lav løselighet vil synke og derfor også kunne gi akutte effekter på havbunnsorganismer. Med mindre utslippet gir målbare effekter på (det lokale) bestandsnivået vil det ikke resultere i langtidsvirkninger på miljøet. Produktene i denne kategorien vil ikke akkumulere i organismer eller oppkonsentreres i næringskjeden (biomagnifisering).

Tabell 5-4 viser en oversikt over miljøfarlig last i hovedgruppen *cyanider, aminer og korroderende stoffer* transportert i norske farvann i perioden 2021/2022. Relativ tetthet angir tetthet i forhold til sjøvann: «+» = høyere tetthet enn sjøvann; «0» = tilsvarende tetthet; «-» = lavere tetthet enn sjøvann.

Tabell 5-4 Oversikt over miljøfarlig last i hovedgruppen *cyanider, aminer og korroderende stoffer* som ble transportert i norske farvann i perioden 2021/2022.

UN	IMDG	ID	CAS	Fase	Relativ tetthet	Løselighet (g/liter ved 20 °C)
2672	8	AMMONIA SOLUTION	7664-41-7	Væske	-	Godt løselig
2880	5.1	CALCIUM HYPOCHLORITE, HYDRATED or CALCIUM HYPOCHLORITE, HYDRATED MIXTURE with not less than 5.5% but not more than 16% water	7778-54-3	Fast/væske	+	210
1748	5.1	CALCIUM HYPOCHLORITE, DRY or CALCIUM HYPOCHLORITE MIXTURE, DRY with more than 39% available chlorine (8.8% available oxygen)	7778-54-3	Fast	+	210
1689	6.1	SODIUM CYANIDE, SOLID	143-33-9	Fast	+	637
3487	5.1	CALCIUM HYPOCHLORITE, HYDRATED, CORROSIVE or CALCIUM HYPOCHLORITE, HYDRATED MIXTURE, CORROSIVE with not less than 5.5% but not more than 16% water	7778-54-3	Fast/væske	+	210
2381	3	DIMETHYL DISULPHIDE	624-92-0	Væske	0	2,5
2363	3	ETHYL MERCAPTAN (ETHANETHIOL)	75-08-1	Gass/væske	-	<0,001
1680	6.1	POTASSIUM CYANIDE, SOLID	151-50-8	Fast	+	716
1320	4.1	DINITROPHENOLS, WETTED with not less than 15% water, by mass	51-28-5	Væske	+	6

I tilfelle et utslipp med cyanider, aminer og korroderende stoffer anses det ikke relevant med tiltak ettersom sjøvannets pH er stabil og forbindelsene lett fordampes fra vannets overflate og brytes ned til mindre giftige forbindelser av mikrober som eksisterer naturlig i det marine miljøet. Ett behandlingstiltak for cyanider er alkalisk klorering, metoden er dog uaktuell i vanlig sjøvann ettersom den kun kan anvendes i vann med pH i over 10 grunnet HMS krav /60/.

Tungmetaller

Hovedgruppen tungmetaller (Tabell 5-5) består av 4 ulike produkter som sammen er registrert i 9 seilaser i perioden 2021/2022, tilsvarende 4 % av alle seilaser med miljøfarlige laster. Kategorien inneholder 2 kvikksølvforbindelser som er satt opp på nasjonal prioritetsliste med resultatmål om vesentlige reduksjoner /6/. Kvikksølv er også med på OSPAR sin liste over prioriterte stoffer. Tungmetaller er grunnstoff som ikke brytes ned og derfor blir i det marine miljø over lang tid. Tungmetaller omsettes dårlig i de fleste organismer og øker i konsentrasjon oppover i næringskjeden (biomagnifisering). Flere forbindelser av kvikksølv er også kreftfremkallende.

Løseligheten for forbindelser i denne kategorien varierer fra godt løselig til uløselig. Metaller har naturlig nok høyere tetthet enn sjøvann, noe som tilsier at disse produktene vil synke til havbunnen. Godt løselige produkter vil raskt fortynnes i vannsøylen mens tungt løselige og uløselige forbindelser akkumuleres på havbunnen.

Miljøkonsekvenser gitt et utslipp i denne kategorien vil primært være avgrenset til vannsøylen og havbunnen. Alvorlighetsgraden er avhengig av mengde, løselighet av metallforbindelsen, innhold av organisk materiale i lokale sedimenter, tiltak og i hvilken grad metallforbindelsen kan tas opp i organismer (grad av biotilgjengelighet). Dette vil igjen variere mellom ulike forbindelser og lokaliteter, og kan derfor ikke vurderes på generell basis. For eksempel inneholder den tyske ubåten U864, som ligger på 150 m dyp utenfor Fedje i Nordhordland, ca. 65 tonn metallisk kvikksølv. Her har en imidlertid i flere konsekvensutredninger konkludert med at kvikksølv i sin nåværende form ikke er biotilgjengelig og derfor ikke utgjør en trussel for det marine miljø /9/. Generelt forventes det at utlekking av tungt løselige metallforbindelser skjer over lang tid, og det forventes derfor ikke målbare effekter på (lokal) bestandsnivå i vannsøylen eller på havbunnen. Imidlertid vil bakteriell omdannelse av metallforbindelser kunne gi mer vannløselige forbindelser over tid, noe som vil kunne gi en raskere utlekkingsrate og en høyere grad av biotilgjengelighet. Iboende egenskaper i mange tungmetallforbindelser (ikke nedbrytbare, biomagnifiserende og kreftfremkallende) gir stort potensiale for langtidseffekter. Det er derfor sannsynlig at et stort metallutslipp kan føre til krav om konsekvensutredning og miljøovervåking.

Tabell 5-5 viser en oversikt over miljøfarlig last i hovedgruppen *tungmetaller* som ble transportert i norske farvann i perioden 2021/2022. Produkter i kursiv er på nasjonal/internasjonal liste over prioriterte stoffer som omfattes av resultatmål om vesentlige reduksjoner. Relativ tetthet angir tetthet i forhold til sjøvann: «+» = høyere tetthet enn sjøvann.

Tabell 5-5 Oversikt over miljøfarlig last i hovedgruppen tungmetaller som ble transportert i norske farvann i perioden 2021/2022.

UN	IMDG	ID	CAS	Fase	Relativ tetthet	Løselighet (g/liter ved 20 °C)
2025	6.1	<i>MERCURY COMPOUND, SOLID, N.O.S.</i>	-	Fast	+	Ukjent
2331	8	ZINC CHLORIDE, ANHYDROUS	7646-85-7	Fast	+	432
1840	8	ZINC CHLORIDE SOLUTION	29426-92-4	Væske	+	432
1624	6.1	<i>MERCURIC CHLORIDE</i>	7487-94-7	Fast	+	7,4

I tilfelle en hendelse med utslipp av tungmetaller anses det naturlig å vurdere tiltak som overdekking/ berging.

Oppsummering av miljøkonsekvenser

Tabell 5-6 gir en kort oppsummering av overordnede miljøkonsekvenser for de fire hovedkategoriene av miljøfarlige lasttyper diskutert ovenfor. Alvorlighetsgraden av konsekvensene, og behov for tiltak, vil naturlig nok være avhengig av størrelsen på utslippet, men også av lokalitet og tid på året. Det er også viktig å understreke at alvorlige eller målbare miljøkonsekvenser ikke nødvendigvis vil være begrenset til uhellsutslipp av P-merket last. Utslipp av store mengder middels toksiske forbindelser i følsomme områder, vil også kunne gi alvorlige effekter på det marine miljø.

Tabell 5-6 Oppsummering av miljøkonsekvenser gitt et uhellsutslipp av 4 hovedkategorier miljøfarlig last.

Kategori	Antall seilaser 2021/2022	Største registrerte last (tonn) 2021/2022	Miljøkonsekvenser gitt et uhellsutslipp
Hydrokarboner & naturlige oljer	103	7	Kan ha et betydelig skadepotensial, avhengig av resipientens egenskaper og lokasjon. Akutte effekter konsentrert til havoverflaten. Langtidseffekter forventes ikke.
Halokarboner & metallokarboner	58	21	Akutte effekter konsentrert til havbunnen. Langtidseffekter grunnet lav nedbrytbarhet.
Cyanider, aminer & korroderende stoffer	68	15	Akutte effekter konsentrert til vannsøylen. Langtidseffekter forventes ikke pga. forbindelsenes fordamping- og biodegraderingspotensial.
Tungmetaller	9	21	Akutte effekter konsentrert til sjøbunn og vannsøylen (avhengig av løselighet). Langtidseffekter forventes da metaller ikke brytes ned.

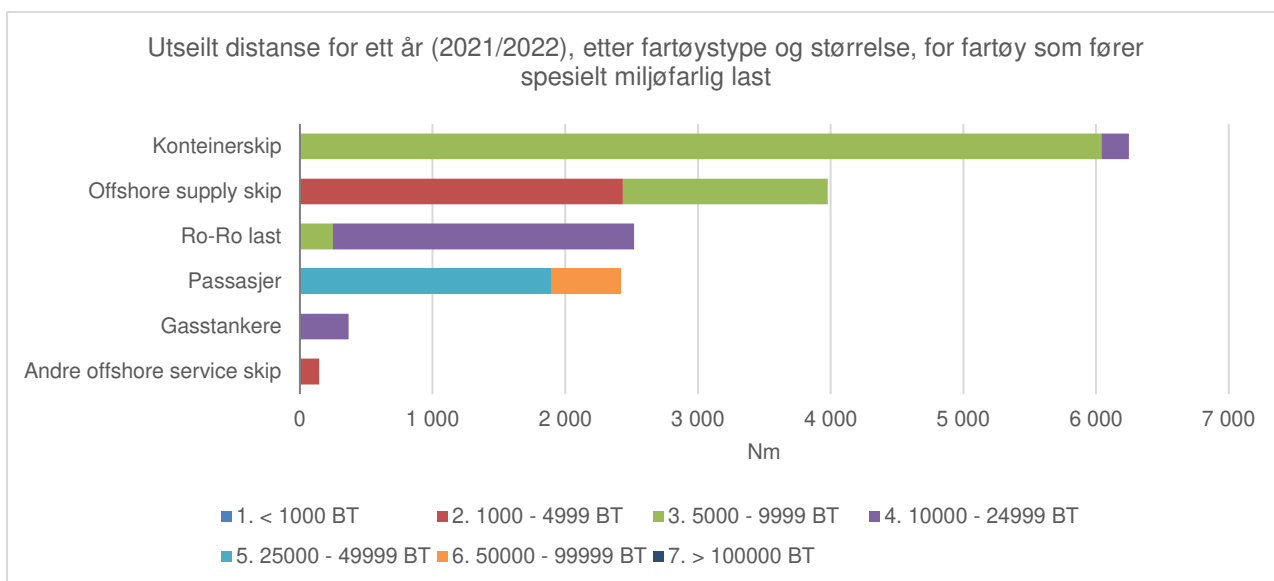
5.2.2 Beregnet utseilt distanse

En modellering av skipstrafikken blir gjort ved å bruke SafeSeaNet Norway til å hente ut rapporterte seilaser med miljøfarlig last i norske farvann for 2021/2022. Utseilt distanse er deretter beregnet ut fra AIS-data.

Beregnet utseilt distanse fordelt på fartøytype og størrelse

Figur 5-2 viser at trafikken domineres av containerskip (40 %), offshore supply skip (25 %) og ro-ro lasteskip (16 %). Denne prosentandelen av trafikken er basert på den totale utseilte distansen for alle fartøystyper med miljøfarlige laster. Fartøystyper med utseilt distanse på under 0,5 % av totalen er ikke inkludert i fremstillingen av resultatene.

I 2013 var trafikken også dominert av containerskip (34 %), offshore supply skip (31 %) og ro-ro lasteskip (19 %) /8/ (Vedlegg A). Utseilt distanse med containerskip har derfor gått opp 6 prosentpoeng siden 2013, mens de andre nevnte skipstypene har gått ned 3-6 prosentpoeng.

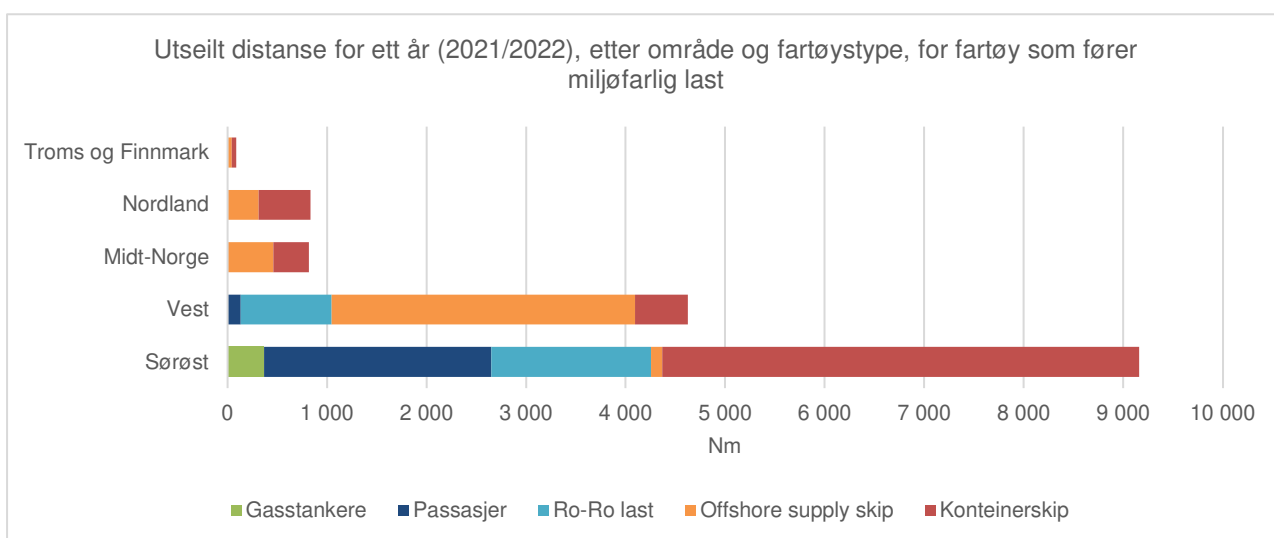


Figur 5-2 Utseilt distance (nm) for ett år (2021/2022), for fartøy som fører miljøfarlig last i norske farvann, etter fartøytype og størrelse. Merk: Begrepet miljøfarlig last er her brukt om 'spesielt miljøfarlig last', annet enn olje.

Beregnet utseilt distance fordelt på område

Figur 5-3 viser utseilt distance (nm) i norske farvann i 2021/2022, fordelt på område og fartøystype. Resultatene viser at området Sørøst har størst andel transport av miljøfarlig last med 59 %, etterfulgt av Vest med 29 %. Midt-Norge, Nordland, og Troms og Finnmark har fra 1-6 % av totalt utseilt distance. Trafikken i Sørøst-området er hovedsakelig dominert av kontainerskip, mens Vest er dominert av offshore supply skip og ro-ro skip. Fartøystyper som har en utseilt distance på under 0,5 % av den totale utseilte distansen er ikke inkludert i fremstillingen av resultatene.

I 2013 /8/ hadde også området Sørøst størst andel av miljøfarlig last med 47 % (dominert av kontainerskip), etterfulgt av Vest med 34 % (dominert av offshore supply skip og ro-ro skip). Midt-Norge, Nordland, og Troms og Finnmark har 3-10 % av den totale utseilte distansen hver. Størst endring i fordelingen av distance fra 2013 er at trafikken i Sørøst har gått opp med 12 prosentpoeng.

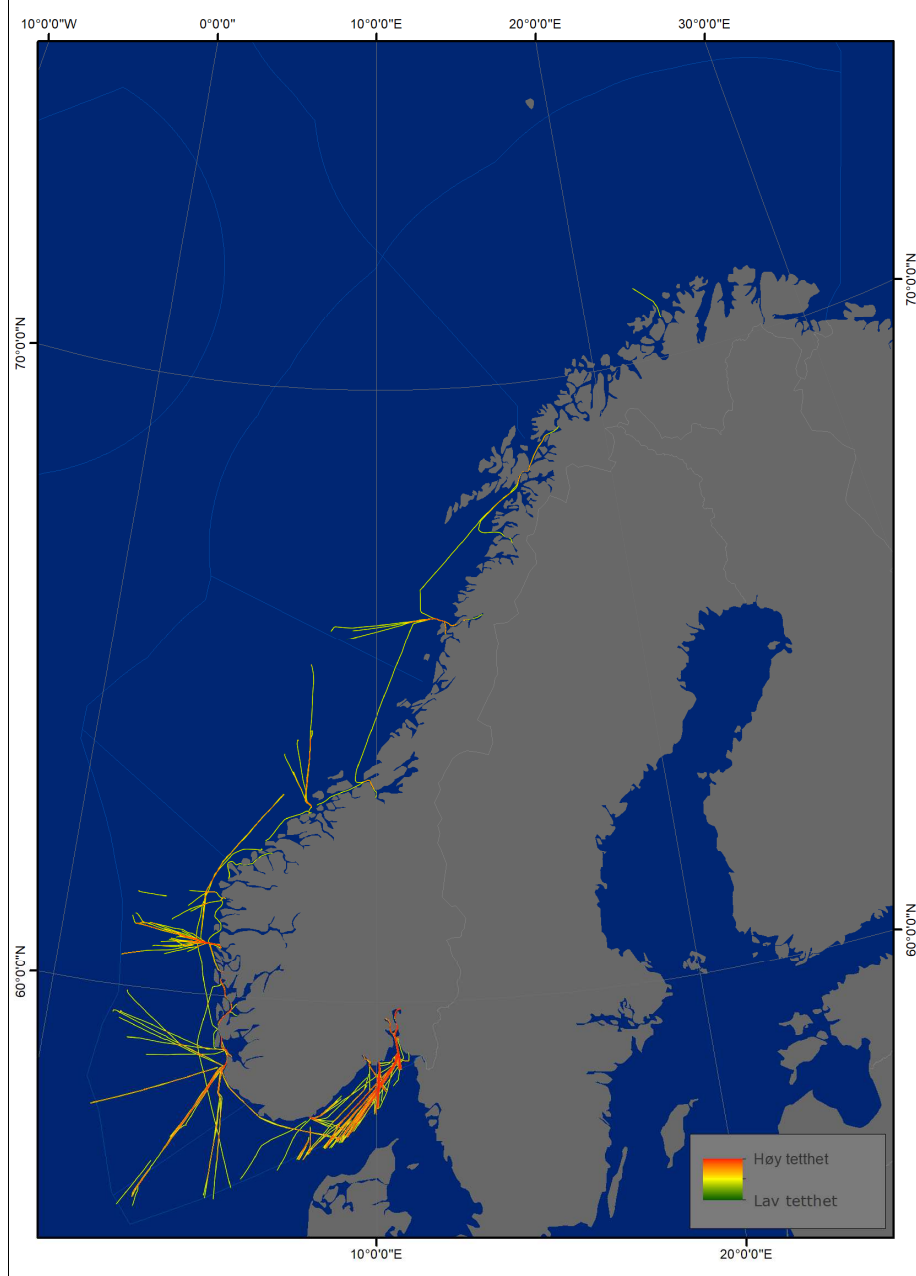


Figur 5-3 Utseilt distance (nm) for ett år (2021/2022), for fartøy som fører miljøfarlig last i norske farvann, etter område og fartøytype.

Tetthetsplott

Figur 5-4 viser tetthetsplott for skipstrafikken med miljøfarlige laster i norske farvann basert på AIS-data fra 2021/2022. Formålet er å differensiere intensiteten av skipstrafikken geografisk. Intensiteten i fargen indikerer frekvens, og er dermed et uttrykk for hvor tett skipstrafikken er langs kysten⁴.

Kartet viser at en del av aktiviteten er knyttet til olje- og gassproduksjonen på sokkelen; det er klare spor fra alle forsyningsbasene langs kysten. Men hovedtyngden av aktiviteten er i Oslofjorden og Skagerrak. Særlig mye aktivitet er knyttet til Larvik og inn i Oslofjorden, både til Oslo og Drammen.



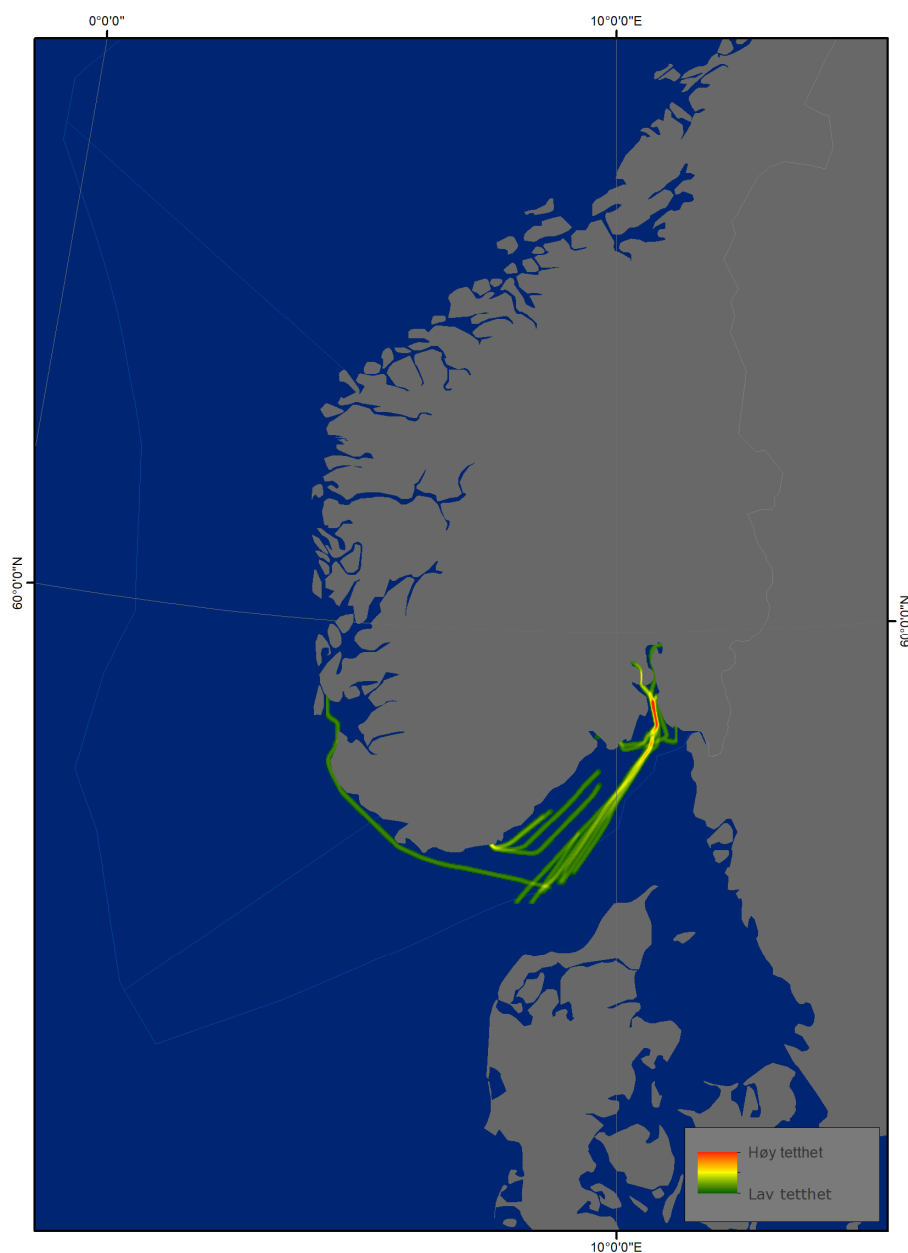
Figur 5-4 Tetthet av spor fra fartøy som fører spesielt miljøfarlig last⁴, annet enn olje, for 2021/2022.

⁴ Tettheten beregnes ut i fra total lengde av spor innenfor en radius av 500 m dividert på arealet.

Frakting av store mengder spesielt miljøfarlig last

Det er gjennomført en delanalyse av spesielt miljøfarlige stoffer for å illustrere hvilke norske havnebyer de største volumene transporteres fra og til. Forsendelse av store registrerte lastevekter av spesielt miljøfarlig last i norske farvann viser at topp 10 % utgjør til sammen 25 forsendelser (fordelt på 25 ulike seilaser). 80% av disse faller under IMDG klasse 6,1 (epiklorhydrin), mens 20% faller under IMDG klasse 8 (én forsendelse med ammoniakkløsning og fire med sinkklorid). Lasten som er registrert spenner mellom 22 tonn og 26 tonn.

De viktigste ankomst- og avgangshavner er lokalisert i Drammen, Moss, Larvik og Kristiansand (Figur 5-5), mens Rotterdam er den viktigste transporthavnen utenfor Norge.



Figur 5-5 Tetthet av spor fra fartøy i norske farvann som fører store mengder spesielt miljøfarlig last for 2021/2022.

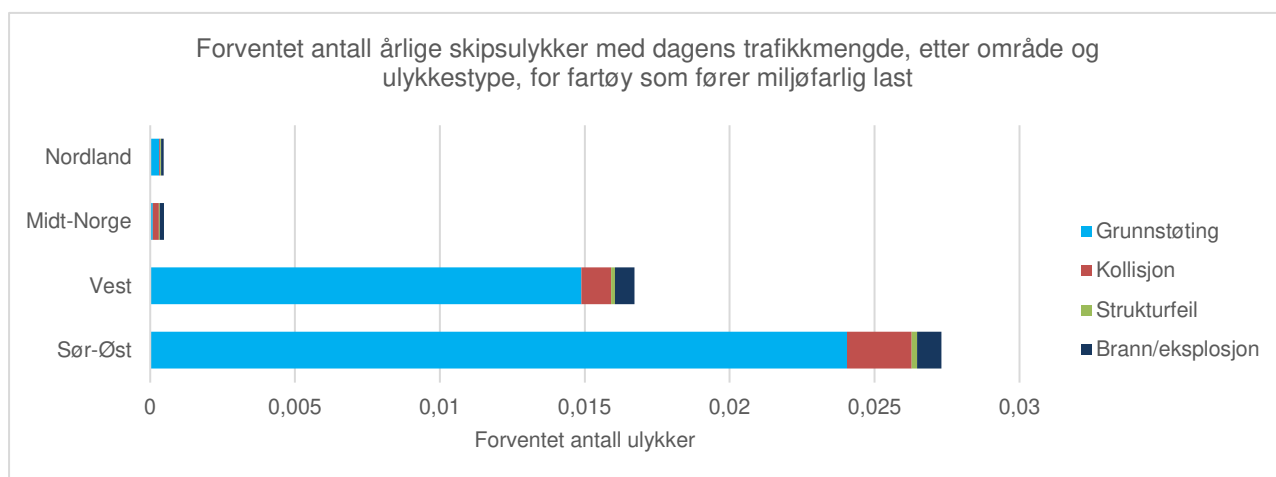
5.2.3 Beregnet sannsynligheten for skipsulykke

Sannsynligheten for ulykker i norske farvann er basert på relevante seilaser (miljøfarlig last) fra SafeSeaNet Norway og tilhørende ulykkesfrekvenser fra AISyRisk.

Figur 5-6 viser det forventede antallet årlige skipsulykker med dagens trafikkmengde (2021/2022), etter område og ulykkestype. Den årlige frekvensen for en skipsulykke med fartøy som fører miljøfarlig last i norske farvann er beregnet til 0,045, dvs. gjennomsnittlig én ulykke hvert 22. år. Det presiseres at dette er sannsynligheten for en ulykke med et fartøy som fører miljøfarlig last, ikke sannsynlighet for et utslipp av miljøfarlig last.

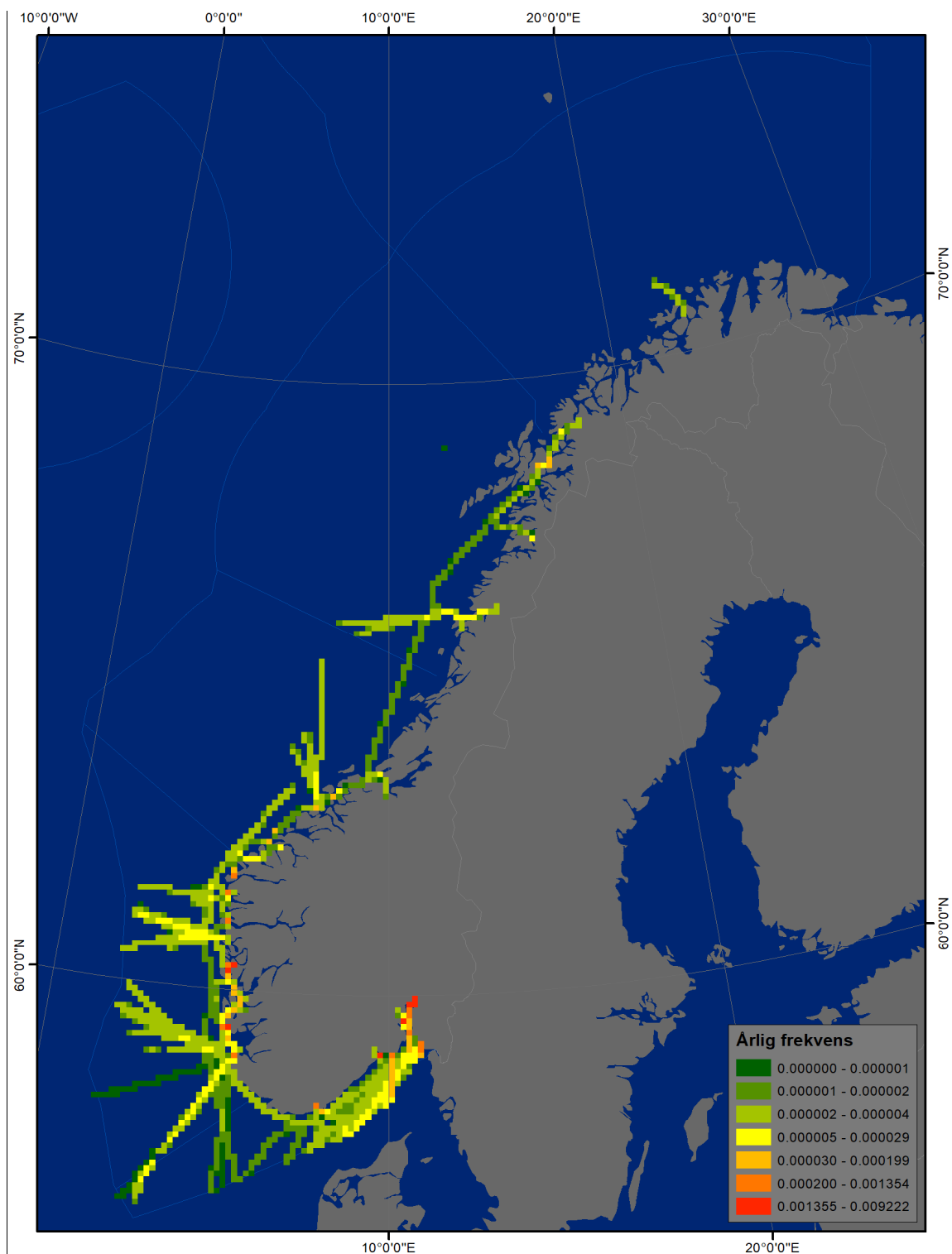
Forventet antall ulykker innen hvert område drives hovedsakelig av den utseilte distansen. Vi ser at for skipstrafikk med miljøfarlig last forventes det flest ulykker i Sørøst, noe som samsvarer med at dette området har høyest utseilt distanse. Grunnstøtinger er den dominerende ulykkestypen i områdene Sørøst, Vest og Nordland. Områder med en ulykkesfrekvens på under 0,5 % av den totale årlige frekvensen er ikke inkludert i fremstillingen av resultatene.

Til sammenlikning var den årlige frekvensen for en skipsulykke med fartøy som fører miljøfarlig last i 2013 /8/ beregnet til 0,043, dvs. gjennomsnittlig én ulykke hvert 23. år. Også da var det forventet flest ulykker i Sørøst, og grunnstøting var den dominerende ulykkestypen for alle farvann.



Figur 5-6 Forventet antall årlige skipsulykker med dagens trafikkmengde (2021/2022), etter område og ulykkestype, for fartøy som fører 'spesielt miljøfarlig last'.

Figur 5-7 viser den geografiske fordelingen av sannsynligheten for en ulykke med fartøy som fører miljøfarlig last. Vi ser en forhøyet sannsynlighet for ulykke bl.a. ved Bergen, Stavanger og Oslofjorden, samt Larvik. Det bør merkes at sannsynlighetsberegningene over viser sannsynlighet for at en ulykke inntreffer, ikke sannsynlighet for utslipp av miljøfarlig last.



Figur 5-7 Forventet antall årlige skipsulykker per grid celle (10x10 km) for fartøy som fører spesielt miljøfarlig last (2021/2022). Summen av ulykkesfrekvenser over alle grid-celler gir den forventede årlige frekvensen for en ulykke i norske farvann.

Sikkerhetsbarrierer

Som vist i kapittel 5.2.2 transporteres miljøfarlig gods av flere ulike typer fartøy; de mest dominerende er konteinerskip og offshore supply skip. Alle fartøytypene frakter farlig gods i pakket form, og er derfor som tidligere nevnt regulert av IMDG-koden.

Krav i IMDG-koden kan deles inn i tre nivå:

- Krav til design og testing av emballasje (kanner, kasser og fat), tanker og containere.
- Krav til pakking, stuing og merking av forsendelsen.
- Krav til plassering og segregering av forsendelsen om bord.

IMDG-koden setter krav til plassering av forsendelser basert på IMDG-klasse. For krav til plassering skilles det mellom lasteskip og fartøy med lavt passasjerantall (ikke mer enn 25 eller 1 per 3 meter skipslengde), og fartøy med høyere passasjerantall. Avhengig av IMDG-klasse og fartøytype kan forsendelser plasseres under dekk, på dekk, eller ikke være lovlig å føre.

Miljøfarlig gods er anbefalt å plasseres under dekk hvis lovlig, og hvis på dekk bør forsendelser stues på beskyttede dekk eller bort fra skipssiden. IMDG-koden stiller utover dette ingen spesielle krav til transport av miljøfarlig gods.

5.2.4 Oppsummering av aktiviteten i norske farvann

I perioden 2021/2022 er det registrert 238 seilaser med miljøfarlig last i norske farvann fordelt på 23 forskjellige produkter (UN-koder). UN-kodene (United Nations Code for Trade and Transport Locations) er underlagt IMDG-klasse 3, 4.1, 5.1, 6.1, 8 og 9, med en majoritet (65 %) av produktene i klasse 3 og 6.1. 4 av 23 lasttyper står på nasjonal prioritetsliste og/eller OSPAR (Oslo/Paris konvensjonen for beskyttelse av det marine miljøet i Nordøst-Atlanteren) sin prioriteringsliste. Til sammenlikning ble det i snitt i 2012-2014 /8/ registrert 223 seilaser med miljøfarlig last i norske farvann, fordelt på 49 forskjellige produkter (UN-koder). Antall seilaser med miljøfarlig last er derfor marginalt opp siden 2014 (7 %), mens antall UN-koder lasten er fordelt på er ned med 53 %.

Trafikken i norske farvann knyttet til transport av spesielt miljøfarlig (P-merket) last domineres av konteinerskip, offshore supply skip og ro-ro lasteskip med henholdsvis 40 %, 25 % og 16 % av den totale utseilte distansen.

Generelt viser kartleggingen at dagens aktivitetsnivå knyttet til transport av miljøfarlig last er ganske begrenset. Akkumulert årlig ulykkesfrekvens er på 0,045, noe som tilsier at en ulykke gjennomsnittlig forekommer hvert 22. år. Det presiseres at dette er sannsynligheten for en ulykke med et fartøy som fører miljøfarlig last, ikke sannsynlighet for et utslipp av miljøfarlig last.

Gitt utslipp med halokarboner & metalkarboner samt tungmetaller forventes langtidseffekter som følge av lav nedbrytbarhet. Effekten er primært knyttet til havbunnen, men kan også forekomme i vannsøylen. For øvrige forbindelser i denne gruppen forventes ikke langtidseffekter. Omfanget vil være definert av eksempelvis type last, størrelsen på utslipp og lokasjon.

Videre er ikke forsendelser og seilaser koblet, altså er det i denne analysen ikke kartlagt totalt omfang av IMDG-last per seilas. Et konteinerskip kan for eksempel være lastet med flere containere med ulike P-merkede stoffer, noe som vil øke miljørisikoen knyttet til fartøyet.

For å danne et riktig risikobilde er det nødvendig å vite hvor store mengder av ulike produkter som transporteres, ikke bare antall forsendelser. En delanalyse av hvor i Norge det fraktes større mengder spesielt miljøfarlige stoffer er utført. Forsendelse av store registrerte lastevekter av spesielt miljøfarlige stoffer i norske farvann viser at topp 10 % utgjør til sammen 25 forsendelser (fordelt på 25 ulike seilaser). 80 % av disse faller under IMDG klasse 6,1 (epiklorhydrin), mens 20 % faller under IMDG klasse 8 (én forsendelse med ammoniakkløsning og fire med sinkklorid). Lasten som er

registrert spenner mellom 22 tonn og 26 tonn. De viktigste ankomst- og avgangshavner er lokalisert i Drammen, Moss, Larvik og Kristiansand, mens Rotterdam er den viktigste transporthavnen utenfor Norge. Det er imidlertid knyttet stor usikkerhet til disse dataene, da kvaliteten på registreringer av transporterte mengder av farlig last i SafeSeaNet Norway ofte er dårlig (forveksling mellom tonn og kilogram) eller totalt manglende.

6 RADIOAKTIV LAST OG DRIVSTOFF

Dette kapittelet omhandler radioaktiv last og drivstoff. Innledningsvis beskrives ulike typer og kategorier av radioaktiv last med basis i 2015-rapporten /8/. Dette er supplert med informasjon fra Miljødirektoratet og andre relevante kilder, samt tall for transport av radioaktivt materiale for perioden oktober 2021 – oktober 2022 og sammenlikning med hovedtall fra forrige analyse. En analyse av hvor i Norge det fraktes større mengder særlig radioaktive stoffer er også utført.

Det understrekes at selve miljøkonsekvensdelen for ulike utslippshendelser med radioaktivitet er gjengitt fra forrige studie /8/, ettersom det er de samme utslippsscenariene man ser for seg i dag. 2015-studien var basert på tilgjengelig litteratur, deriblant publiserte artikler fra Statens Strålevern. I tillegg var det kommunikasjon mellom Direktoratet for Strålevern og Atomsikkerhet (DSA) og DNV.

6.1 Om radioaktivitet og stråling

Stråling er energioverføring fra ustabile atomkjerne, og skjer enten som partikler eller ved elektromagnetiske bølger. Avhengig av isotop sendes radioaktiv stråling ut som enten alfapartikler, betapartikler eller gammastråling. Disse har ulike energimengder, og egenskaper, og vil derfor kunne gi ulike effekter i marine organismer.

Ved alfastråling vil av en alfapartikkel (α) sendt ut fra atomkjernen en alfapartikkel er en helium-4-kjerne bestående av 2 protoner og 2 nøytroner. Typiske stoffer som kan sende ut alfapartikler er uranium, thорий og radium /61/. Den radioaktive atomkjernen minker derfor med et massetall (A) på 4, og et atomnummer (Z) på 2. Restproduktene vil således være to nye grunnstoffer som er forskjellige fra utgangsmaterialet. Grunnet alfapartikkelens forholdsvis store masse og lave energi, trenger ikke alfastrålingen gjennom huden. Alfapartikler er imidlertid farligere enn andre typer ioniserende stråling hvis partiklene tas opp i organismer via innånding eller kontaminert føde.

Fordi alfapartiklene er ladet og i samme størrelsesorden som DNA-molekylenes deler, interagerer de med DNA. Den relativt store massen og lave energien i alfapartiklene øker i tillegg sannsynligheten for mutasjoner. Elektroner og nøytroner har ikke de samme egenskapene.

Ved betastråling vil en atomkjerne utsending av en betapartikkel (β), som er en annen type ioniserende stråling enn alfapartikkelen. Det finnes to ulike typer betapartikler: beta minus- (β^-) partikkel hvis et nøytron spaltes og sendes ut som et elektron og proton, og beta pluss- (β^+) partikkel hvis et proton blir spaltet og sendt ut som et nøytron også kalt positron og et anti-nøytron. Ved betastråling forblir antall protoner og nøytroner konstant, mens fordelingen mellom protoner og nøytroner endres, det vil si at kun atomnummeret (Z) endres. Et eksempel på et stoff som kan sende ut betapartikler er strontium-90 /62/. Betapartikler har betydelig lavere masse enn alfapartikler og penetrerer derfor dypere inn i forskjellige materialer. Analogt med alfapartikler er også betapartikler elektrisk ladet og interagerer derfor gjennom Coulombkrefter.

Betapartikler med en energi på 2 MeV (megaelektronvolt) har en rekkevidde på ca. 1 cm i mennesker, og 10 meter i luft. Huden beskytter normalt menneskekroppen fra skader av betastråling, men i likhet med alfastråling kan betastråling forårsake skader på arvestoffet (DNA) hvis det radioaktive materialet spises.

Gammastråling (γ -stråling) er fotonstråling, det vil si ioniserende stråling av fotoner. Kobolt-60 kan sende ut γ -stråler /61/. Gammastråling er den mest gjennomtrengende formen av stråling som forekommer i samband med radioaktiv nedfall. Gammastrålingen kan stoppes med hjelp av betong eller bly, men penetrerer hele menneskekroppen. Gammastråling brukes i industriell sammenheng bl.a. til sterilisering fordi strålingen dreper alle typer celler (bakterier). Fordi gammastråling er ioniserende, har den store effekter på biomolekyler og særlig DNA.

Konsentrasjonene av radioaktive stoffer i Norge

Nivåene i havet av menneskeskapt radioaktiv forurensning er generelt lave. Dette skyldes både at utslipp er strengt regulert, og at de langtransporterte radioaktive stoffene i havet fortynnes sterkt i vannmassene. Norske hav- og kystområder inneholder radioaktiv forurensning fra hovedsakelig tre kilder:

- Atomprøvesprengninger på 1950- og 1960-tallet.
- Utslipp fra reprosesseringsanlegg for brukt kjernebrensel i utlandet i første rekke Sellafield (UK) og La Hague (Frankrike). Førstnevnte avviklet arbeidet med reprosessering av kjernebrensel i 2022 /12/.
- Utstrømning av forurenset vann fra Østersjøen og nasjonale vassdrag, som fremdeles inneholder mye nedfall fra Tsjernobyl-ulykken.

De høyeste konsentrasjonene av radioaktive stoffer finnes hovedsakelig kystnært, som følge av utslipp fra Sellafield (technetium-99) og cesium-137-holdig vann fra Tsjernobyl. Sistnevnte transporteres fra Østersjøen og inn i Kattegat og Skagerrak og nordover i den norske kyststrømmen. For begge isotopene har det over tid vært registrert avtakende konsentrasjoner som følge av redusert tilførsel, gjennom implementering av ny rensemetode i 2004 og nylig avvikling av reprosessering (2022) (Sellafield), mens cesium-137 konsentrasjon er avtakende grunnet lavere konsentrasjon i Østersjøen etter Tsjernobyl-ulykken. Høyest konsentrasjon i norske farvann observeres i Skagerrak, området nærmest Østersjøen /13/.

Konsentrasjonene av cesium-137, målt i sjøvann, tang og flere fiskearter er lave og synkende /14/. Nivåene er høyest i området nær Østersjøen og avtar nordover. Lignende trend er registrert ved måling av technetium-99 i tang, som i hovedsak stammer fra utslipp fra Sellafield.

Petroleumssektoren har økt utslippet av radioaktive stoffer i produsert vann på norsk sokkel, fra 712 GBq i 2013 til 844 GBq i 2021 (gigabecquerel: 10^9 Bq) radium-226 og radium-228 /5/. Bidraget fra feltaktivitetene i Nordsjøen er større enn fra aktivitetene i Norskehavet. I tillegg er det bidrag fra bly-210 og andre isotoper. Årsaken til radioaktivitet i produsert vann skyldes tilstedeværelse av uran-238 og thorium-232 i reservoarene. Radium løses opp i det saltholdige produksjonsvannet ved olje- og gassutvinning og har derfor større mobilitet enn uran og thorium. I formasjonsvannet i olje- og gasslommene finnes ofte høye konsentrasjoner av barium, strontium og kalsium. Problemet med avleiringer oppstår når sjøvann med høyt sulfatinnhold blander seg med dette formasjonsvannet. Da utfelles barium, strontium og radiumsulfat som alle er tungt oppløselige stoffer og avsettes i produksjonsrør, prosessutstyr, separatorer osv. Denne oppkonsentrering av radioaktive avleiringer betegnes TENORM (Technologically-Enhanced, Naturally-Occurring Radioactive Material). Siden radium tilhører samme kjemiske gruppe som barium og strontium, vil også radium felles ut som radiumsulfat ($RaSO_4$). Utslipp av TENORM løses ikke opp i vannsøylen, men blir liggende på sjøbunnen, noe som innebærer spredning innenfor et begrenset område. Modelleringsstudier har vist at utslippene fra norske olje- og gassfelt fortynnes raskt i vannsøylen.

6.2 Kategorisering av radioaktive lasttyper

Det er totalt 25 ulike UN-koder som beskriver radioaktiv last (IMDG-klasse 7). UN-kodene uttrykker ikke tydelig hvilke isotoper som finnes i lasten eller hvor høy aktivitet disse har. Det er valgt å gjøre en inndeling i tre hovedgrupper; I) potensielt skadelige, II) potensielt skadelige ved innånding og svelging, og III) ikke skadelige (Tabell 6-1).

Inndelingen er basert på anbefalinger fra IAEA ifm. førstehjelpsinnsetser gitt en ulykke med fartøy som transporterer radioaktivt materiale. Vurderingen av miljøkonsekvenser er gjort med utgangspunkt i disse tre hovedgruppene. Det mangler imidlertid kategorisering av 4 UN-koder i IAEA sine anbefalinger (2919, 2977, 2978 og 3331). Disse fire har konservativt blitt satt i gruppe I) potensielt skadelig.

Tabell 6-1 Oversikt UN-koder som beskriver radioaktiv last (IMDG-klasse 7), fordelt mellom de 3 hovedkategorier som er brukt i vurderingen av miljøkonsekvenser.

UN-kode	Andre merknader	Skadekategori	Relevante marine ressurser i miljøkonsekvens-vurderingen
2915, 3327, 3332, 3333	Type A	Gruppe I: Potensielt skadelig	Alle organismer
2916, 2917, 3328, 3329	Type B(U), Type B(M)		
3323, 3330	Type C		
2919, 3331	Special arrangement ¹		
2977, 2978			
2912, 2913, 3321, 3322, 3324, 3325, 3326	Type IP-1, Type IP-2, LSA, SCO	Gruppe II: Potensielt skadelig ved innånding og svelging	Sjøbunnsorganismer som spiser sedimenter
2908, 2909, 2910, 2911		Gruppe III: Ikke skadelig	Ingen

¹ Gjelder transport av radioaktiv last med strålingsnivå høyere en 2 millisievert (mSv) pr. time. Dette ligger utenfor de sikkerhetskrav som stilles i IMDG koden og må derfor gis tillatelse fra ansvarlig myndighet.

6.3 Aktiviteten i norske farvann

SSN data er her benyttet som grunnlag for aktiviteten knyttet til transport av radioaktiv last til og fra Norge. I Nordsjøen og Norskehavet er det i perioden 2021/2022 totalt 1157 registreringer med radioaktiv last fordelt på 937 seilaser (SafeSeaNet Norway). Til sammenlikning var det i snitt i 2012-2014 /8/ 1341 registreringer med radioaktiv last fordelt på 1055 seilaser. Antall registreringer med radioaktiv last har derfor minket med 14% siden 2014, mens antall seilaser har minket med 11 %.

Barents SRS data er benyttet for å kartlegge aktiviteten av fartøy som kun transitterer NØS med radioaktiv last eller drivstoff. I Barentshavet er det i perioden 2021/2022 registrert 3 fartøy med radioaktiv last (Barents SRS); to isbrytere og ett stykkgodsskip (også isbryter). Det er ikke registrert UN-kode i radioaktiv last transportert i Barentshavet for de tre skipene. DNV har kategorisert de russiske atomisbryterne (6 seilaser) under UN-kode 3331 (potensielt skadelig) - all øvrig klassifisering i datasettet stammer fra registreringer i databasen til Kystverket (SafeSeaNet Norway). I 2012-2014 /8/ ble det registrert 7 fartøy som kun transitterte NØS med radioaktiv last (Barents SRS); 2 kjemikalietankere, en produkttanker, to stykkgodsskip, et ankerhåndteringsfartøy og et cruiseskip.

Det er i perioden 2021/2022 registrert radioaktiv last med 10 forskjellige UN-koder. Av disse er 3 UN-koder (2909, 2910 og 2911), som sammen representerer 182 seilaser (18 %), definert som ikke skadelige av IAEA (

Tabell 6-2) og derfor ikke kommentert i vurderingen av miljøkonsekvenser. Videre er 109 seilaser (11 %), fordelt på 3 forskjellige UN-koder (2912, 2913, 3322), registrert med last som er potensielt skadelig ved innånding eller spising. Fordi strålingen fra disse produktene ikke trenger inn i organismer, vil miljøkonsekvenser være relatert til inntak via mat,

for eksempel i bunnlevende organismer som spiser forurensende sedimenter, gitt et uhellsutslipp. Radioaktive stoffer vil kunne akkumuleres gjennom næringskjeden via kontaminerte organismer som blir spist av andre organismer, men dette er ikke vurdert i analysen.

Bildet domineres imidlertid av radioaktiv last som er potensielt skadelig for alle organismer med 700 seilaser i perioden 2021/2022, tilsvarende 71 % av alle registrerte seilaser med radioaktiv last.

Til sammenlikning ble det over tre-års perioden 2012-2014 /8/ registrert radioaktiv last med 19 forskjellige UN-koder; 4 UN-koder (13 % av seilasene) definert som ikke skadelige, 4 UN-koder (6 % av seilasene) registrert med last som er potensielt skadelig ved innånding eller spising, og resterende UN-koder (81 % av seilasene) registrert som potensielt skadelig for alle organismer.

Høyeste registrerte lastvekter strekker seg fra 8 kg til 64 tonn for de unike UN-numrene, men det er knyttet stor usikkerhet til de høyeste registrerte lastvektene. Denne usikkerheten vil imidlertid ikke ha noen stor innvirkning på vurderingene av miljøkonsekvenser i de neste kapitlene. Dette er fordi vurderingene er gjort på generell basis, og det er ikke foretatt detaljerte utslippsberegninger basert på transportert mengde oppgitt i SSN.

Tabell 6-2 Oversikt over radioaktiv last transportert i NØS i perioden 2021/2022, sortert på UN-kode.

UN	Skadekategori	Antall seilaser 2021/2022
3332	Potensielt skadelig	534
2916	Potensielt skadelig	137
2911	Ikke skadelig	127
2913	Potensielt skadelig ved innånding og svelging	58
2910	Ikke skadelig	54
2912	Potensielt skadelig ved innånding og svelging	50
2915	Potensielt skadelig	28
2909	Ikke skadelig	1
3322	Potensielt skadelig ved innånding og svelging	1
3327	Potensielt skadelig	1

6.3.1 Aktivitet og miljøkonsekvenser ved ulykke for to hovedgrupper

Dette kapittelet gir en overordnet vurdering av miljøkonsekvenser for de to relevante hovedgruppene i Tabell 6-1. UN-koder som er klassifisert som ikke skadelig i Tabell 7-2 (2909, 2910, 2911) er ikke inkludert i vurderingen. For bakgrunnsinformasjon utover det som er gjengitt nedenfor henvises til tidligere studie /8/.

Gruppe I - Potensielt skadelig

Denne gruppen er registrert i 700 seilaser i perioden 2021/2022, og er dominerende totalt sett for skipstransport av radioaktiv last (71 %). Radioaktiv last med UN-kode 3332, 2916 og 2915 utgjør 99,9 % av alle registreringer i gruppen (Tabell 7-2).

Det er registrert totalt 6 transitt seilaser gjennom NØS av russiske atomisbrytere (UN-kode 3331). Det dreier seg om to forskjellige atomisbrytere med en transittseilas hver, hhv. av «*Arktika*» og «*Sibir*», begge ferdigstilt i 2017, samt fire transittseilas fra lasteskipet «*Sevmorput*», som også kan kategoriseres som en atomisbryter (ferdigstilt i 1988).

Miljøkonsekvensene vil være betydelig større dersom en ulykke inntreffer med atomdrevne isbrytere, sammenlignet med resterende trafikk som frakter radioaktiv last. Men ettersom det i perioden 2021/2022 kun ble registrert 3

atomdrevne isbrytere/stykkgodsskip over totalt 6 seilaser, vil det ikke være stor sannsynlighet for en ulykke med atomdrevne fartøy.

Strålevernets vurdering i 2014 /8/ var at en spontan kjernekløyving av uran-235 eller brukt kjernebrensel, gitt et havari av en atomisbryter, er avhengig av skadeomfanget og kan derfor ikke utelukkes. Miljøpåvirkning fra en slik hendelse vil være avhengig av ulike parametere, eksempelvis mengde brensel og konstruksjonen og skadene på reaktoren.

Som beskrevet i forrige analyse /8/ har det vært flere hendelser i nordlige farvann med atomdrevne ubåter som har havarert, eksempelvis «K-27» i Karahavet, Novaja Zemlja (1982), Komsomelets ved Bjørnøya (1989) og «K-159» ved Murmansk (2003). Av disse tre ble ett senket med høyenergetisk uran om bord, ett sank med høyaktivt kjernebrensel og plutonium om bord mens det tredje fartøyet var i besittelse av brukt kjernebrensel. Vurderinger og modelleringsstudier utført i tilknytning til disse hendelsene påpeker at pulsutslipp med cesium-137 forventes å gi lokale/regionale kortidseffekter (2-3 år) på fiskebestander, som igjen kan føre til periodisk stans i fangst av fisk, men ikke langtidseffekter på miljøet i Barentshavet /15/ og /16/. Målbare miljøkonsekvenser forventes i det marine miljø kun i tilfeller hvor store mengder radioaktivitet lekker ut samtidig (puls utslipp). Dette gjelder utslipp fra vandyp på 50 m og dypere. Imidlertid vil et kontinuerlig utslipp kunne få større konsekvenser nær kysten og på grunt vann.

Når det gjelder atomdrevne ubåter og muligheten for utslipp av uranbrensel, gitt et havari, konkluderte Strålevernet i 2014 i kommunikasjon med DNV, at på generelt grunnlag kan ikke spontan kjernekløyving i reaktoren utelukkes. Samtidig var ikke et slikt utfall vurdert som sannsynlig i forbindelse med forliset av ubåten «K-159» /16/. Gitt en eventuell verstefallshendelse vil miljøkonsekvensen være avhengig av ulike parametere, eksempelvis mengde brensel og konstruksjonen og skadene på reaktoren /37/. I 2014 ble det foretatt et tokt til Murmanskfjorden for å måle radioaktivitet i området hvor K-159 havarerte /17/. På dette tidspunktet ble det ikke registrert økte verdier i vannmassene, bunnsediment eller i fisk. Fra et tokt til Kosmopolets i 2019 ble det registrert forhøyede verdier i vannprøver fra selve ubåten, men ikke målbart nivå av radioaktivt cesium noen meter fra fartøyet /18/.

For nordområdene er en risikovurdering av ulike utslippshendelser nylig gjennomført av Emergency Prevention, Preparedness and Response (EPPR) (2021)/19/, en arbeidsgruppe innenfor Arktisk Råd. Ett av scenariene vurdert er fjerning av kjernereaktorkjerne fra havbunnen, noe som forventes å redusere den fremtidige mulige forurensningen i arktiske farvann med 90 %. Denne type operasjon vil kreve detaljert planlegging og oppsyn av ansvarlige myndigheter. Det neste steget for EPPR er å vurdere krav til ledelse og hvilke tiltak som er nødvendig for å optimalisere effekten av beredskap og dermed minimalisere konsekvensbildet.

Som man bort fra en fisjonshendelse, representerer en ulykke med store mengder brukt kjernebrensel det miljømessig alvorligste scenariet som følge av høyt strålingsnivå /8/.

UN-kode 3332 (ikke-spaltbart materiale i Type A emballasje) er registrert i 534 seilaser. Ut fra store transportmengder og dominans av seilaser som går ut fra offshoreinstallasjoner er det imidlertid vanskelig å se at last med UN-kode 3332 vil være noe annet enn transport av radioaktiv avleiring, såkalt «scale». «Scale» er materiale med lav spesifikk aktivitet (LSA). Mesteparten av radioaktiv last som er transportert til Sløvåg, hvor det er et anlegg for sluttforvaring av LSA-materialer inne i fjellet, er også klassifisert som UN-kode 3332. Ifølge Strålevernet bør «scale», avhengig av aktivitetssinnhold, bli merket enten som UN 2912 (LSA-I), UN 3321 (LSA-II) eller UN 3322 (LSA-III), det vil si at disse egentlig ikke hører til gruppen med potensielt skadelige produkter.

Gruppe II - Potensielt skadelig ved innånding eller svelging

Denne gruppen er registrert i 109 seilaser i perioden 2021/2022 (11 %). Radioaktiv last med UN-kode 2912 og 2913 er helt dominerende i gruppen med 108 registreringer. I forrige analyse ble det konkludert med at de radioaktive stoffene i denne gruppen var knyttet til transport av inspeksjonskjemikalier som anvendes i materialkontroll på offshoreanlegg. Det antas at dette fremdeles er gjeldende. Vanlige inspeksjonskjemikalier er iridium-192, selen-75 og kobolt-60.

Aktivitetsnivået i inspeksjonskjemikalier er høyt sett i forhold til mengden som blir brukt ved hver anledning (størrelsesorden milligram). Et akutt uhellsutslipp av inspeksjonskjemikalier i offshoremiljø vil derfor lokalt kunne gi målbare konsekvenser i bunnsfauna. Grunnet rask fortykning og kort rekkevidde av radioaktiv stråling i vann forventes ingen målbare effekter i fisk og andre vannsøyleorganismer.

Oppsummering av miljøkonsekvenser

En generell konklusjon i forrige analyse var at et momentant utslipp til sjøen av hele lasten er svært usannsynlig, siden radioaktiv last skal være godt sikret med skjermemateriale som er tilpasset strålingsnivået. En annen generell og viktig konklusjon var at vann som medium er en effektiv stopper for radioaktiv stråling, og at stråling i vann derfor ikke har samme rekkevidde som i luft og på land.

Med radioaktivt innhold i marin fauna og flora lavt langs hele kysten med høyest verdi i området nærmest Østersjøen kan dette forklares med redusert tilførsel av radioaktivt vann (Tsjernobyl relatert cesium-137) fra Østersjøen og implementering av ny renseteknologi på Sellafield i 2004 og nå avviklet (2022) kan ytterligere reduksjon forventes, dersom ikke noe uforutsette hendelser til lands eller havs finner sted. For både cesium-137 og technetium-99 er måleverdiene i sjøvannet svært lave, gjerne under deteksjonsgrensen.

For radium frigitt i forbindelse med produsert vann fra petroleumsindustrien løses disse forbindelsene seg hurtig opp i vannsøylen, mens problemet oppstår ved avleiringer av barium, strontium og radiumsulfat produksjonsutstyr som oppstår når sjøvann med høyt sulfatinnhold blander seg med formasjonsvannet. Denne oppkonsentrering av (lav-aktive) radioaktive avleiringer betegnes TENORM (Technologically-Enhanced, Naturally-Occurring Radioactive Material). Siden radium tilhører samme kjemiske gruppe som barium og strontium, vil også radium felles ut som radiumsulfat (RaSO_4). Utslipp av TENORM løses ikke opp i vannsøylen, men blir liggende på sjøbunnen, noe som innebærer spredning innenfor et begrenset sjøbunnsareal.

For en ulykke med inspeksjonskjemikalier og tilhørende instrumenter er det konkludert at aktivitetsnivået i lasten kan være høyt selv om transportert mengde er svært lavt (størrelsesorden milligram). Grunnet rask fortykning og kort rekkevidde av radioaktiv stråling i vann, forventes miljøkonsekvenser fra en ulykke med inspeksjonskjemikalier å være begrenset til lokale effekter på/nær havbunnen.

Historiske hendelser med senking/havari av ubåter med høyanriket uran, høyanriket kjernebrensel og utbrent kjernebrensel har vist høyt strålingsnivå om bord, men ikke i omgivelsene og det er derfor heller ikke beskrevet alvorlige miljøkonsekvenser fra disse. Basert på erfaring fra tidligere ulykker er sannsynligheten for større puls utslipp med radioaktive stoffer lav, men dette er noe som må vurderes for hvert enkelt scenario og basert på en rekke parametere; lokasjon, vanddyb, barrierer, skadebilde, med mer.

Modelleringsstudier viser også at kontinuerlig utlekking av cesium-137 over tid ikke vil gi målbare effekter i fisk selv om lekkasjen skjer på grunt vann (50 m). Det er kun større pulsutslipp av radioaktivitet som vil kunne gi målbare effekter i biota inkludert fisk, og som derfor kan føre til midlertidig nedstenging av all fiskerivirksomhet, lokalt eller regionalt. At det ikke forventes større effekter, skyldes rask fortykning i vannsøylen, og vannets evne til å redusere rekkevidden til radioaktiv stråling. Spontan spaltingsreaksjon av uran-235 (fisjon) på grunt vann, 50 m (K-27) kan resultere i pulsutslipp av store mengder radioaktiv stråling og derfor gi miljøeffekter også på regionalt nivå. På grunt vann vil en slik hendelse føre til spredning av radioaktiv stråling til luft.

Økt søkelys på forebyggende tiltak og beredskapsstrategi for denne type hendelser, kan ytterligere bidra til å redusere risikoen for negativ miljøpåvirkning.

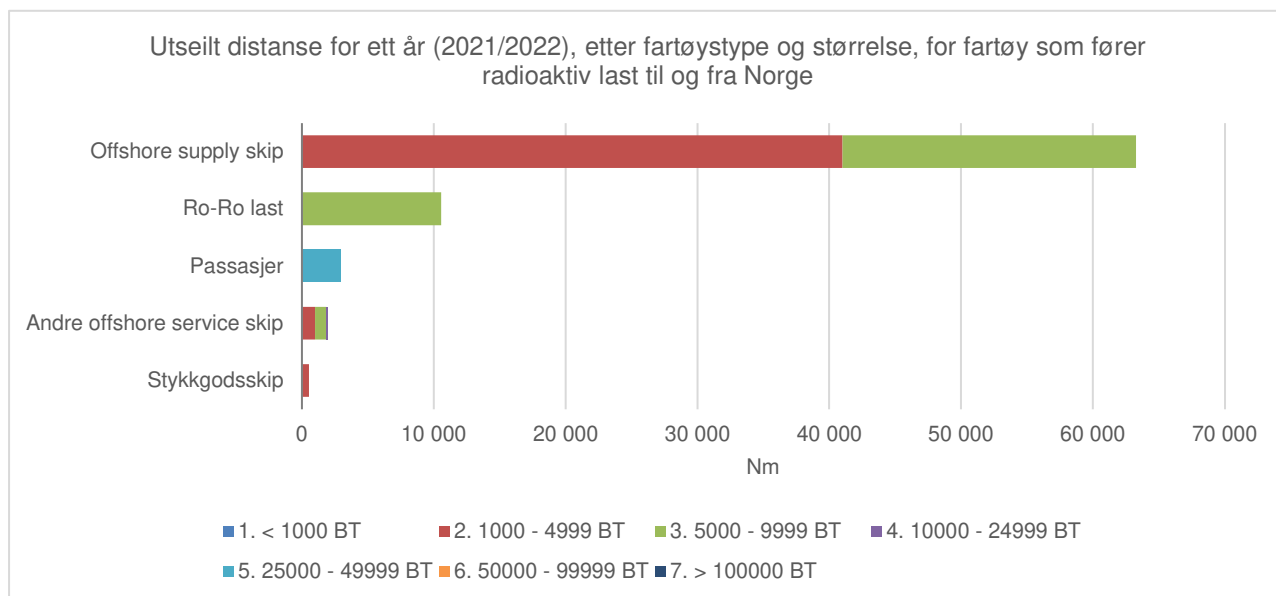
6.3.2 Beregnet utseilt distanse

En modellering av skipstrafikken blir gjort ved å bruke SafeSeaNet Norway til å hente ut rapporterte seilaser med radioaktiv last (IMDG-klasse 7) i norske farvann for 2021/2022. Barents SRS er brukt til å hente ut fartøy som kun transitterer NØS med radioaktiv last eller drivstoff i samme periode. Utseilt distanse er deretter beregnet ut fra AIS-data for begge datasettene.

Utseilt distanse fordelt på fartøytype og størrelse

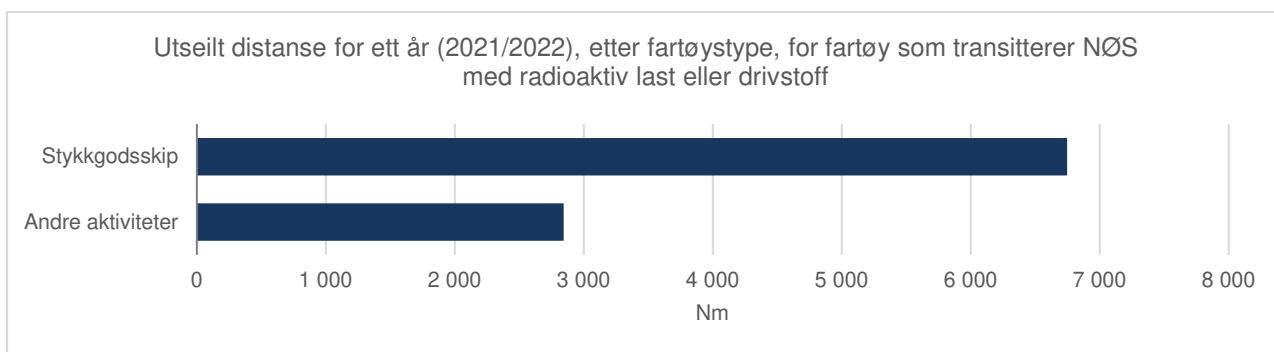
Figur 6-1 viser utseilt distanse for ett år (2021/2022) for fartøy som fører radioaktiv last (IMDG klasse 7) til og fra Norge, etter fartøytype og størrelse på fartøy. Trafikken domineres av offshore supply skip med 80 % av den totale utseilte distansen. Videre har ro-ro skip og passasjer skip henholdsvis 13 % og 4 % av totalen. Fartøystyper som har en utseilt distanse på under 0,5 % av den totale utseilte distansen er ikke inkludert i fremstillingen av resultatene.

I 2013 var trafikken også dominert av offshore supply skip (81 %). Videre var ro-ro lasteskip (10 %) og kjøle-/fryseskip (6 %) fremtredende /8/ (Vedlegg A). Størst endring i fordelingen av distanse per skipstype er derfor at kjøle-/fryseskip stod for den tredje lengste utseilte distansen i 2013 med 6 %, mens plassen i 2021/2022 gikk til passasjer skip med 4%.



Figur 6-1 Utseilt distanse (nm) for ett år (2021/2022), for fartøy som fører radioaktiv last (IMDG klasse 7) til og fra Norge, etter fartøytype og størrelse.

Figur 6-2 viser utseilt distanse for ett år (2021/2022) for fartøy som transitterer NØS med radioaktiv last eller drivstoff, hvor alle fartøy er i størrelseskategori 25 000 - 49 999 BT. Som tidligere nevnt er transittreisene dominert av atombredne isbrytere.

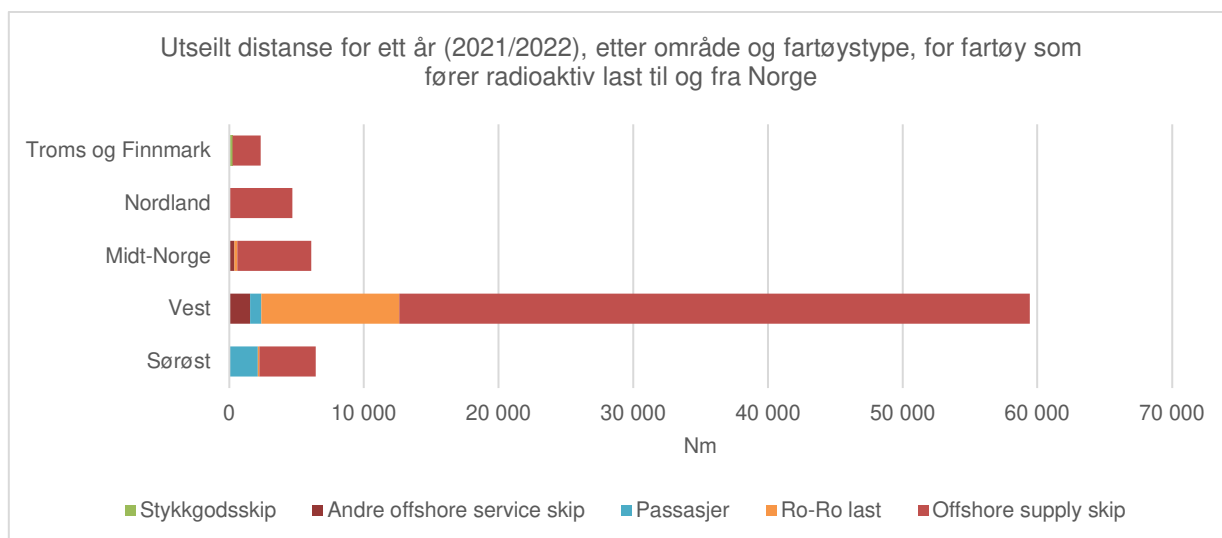


Figur 6-2 Utseilt distance (nm) for ett år (2021/2022), for fartøy som transitterer NØS med radioaktiv last eller drivstoff, etter fartøystype (25 000 – 49 999 BT).

Utseilt distance fordelt på område

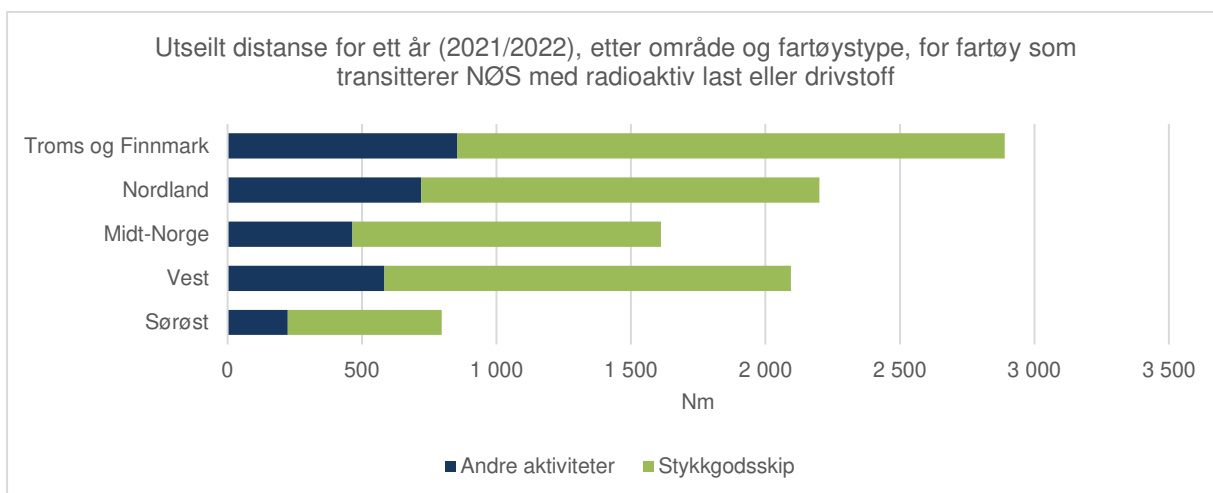
Figur 6-3 viser utseilt distance for ett år (2021/2022) for fartøy som fører radioaktiv last (IMDG klasse 7) til og fra Norge, etter område og fartøystype. Resultatene viser at det er mest skipstrafikk i Vest med en andel på 75 %, etterfulgt av områdene Sørøst og Midt-Norge med 8 % hver av den totale utseilte distansen. Fartøystyper som har en utseilt distance på under 0,5 % av den totale utseilte distansen er ikke inkludert i fremstillingen av resultatene. Det samme gjelder for områder som representerer under 0,5 % av den totale utseilte distansen.

I 2013 /8/ hadde området Vest mest skipstrafikk med radioaktiv last (65% av den totale utseilte distansen), etterfulgt av Midt-Norge (15 %) og Troms og Finnmark (10 %). Endring i fordelingen av distance fra 2013 viser at trafikken i Vest har gått opp med 10 prosentpoeng, og at det dominerende området Troms og Finnmark (10 %) har blitt byttet ut siden 2013 med Sørøst (8 %) i 2021/2022.



Figur 6-3 Utseilt distance (nm) for ett år (2021/2022), for fartøy som fører radioaktiv last (IMDG klasse 7) til og fra Norge, etter område og fartøystype.

Figur 6-4 viser årlig utseilt distance for 2021/2022 for fartøy som transitterer NØS med radioaktiv last eller drivstoff, etter område og fartøystype. Vi ser at skipstrafikken er fordelt ganske jevnt mellom områdene. Dette er naturlig da fartøyene i hovedsak går mellom Østersjøen og den russiske delen av Barentshavet, og derfor følger hele Norskekysten på reisen.



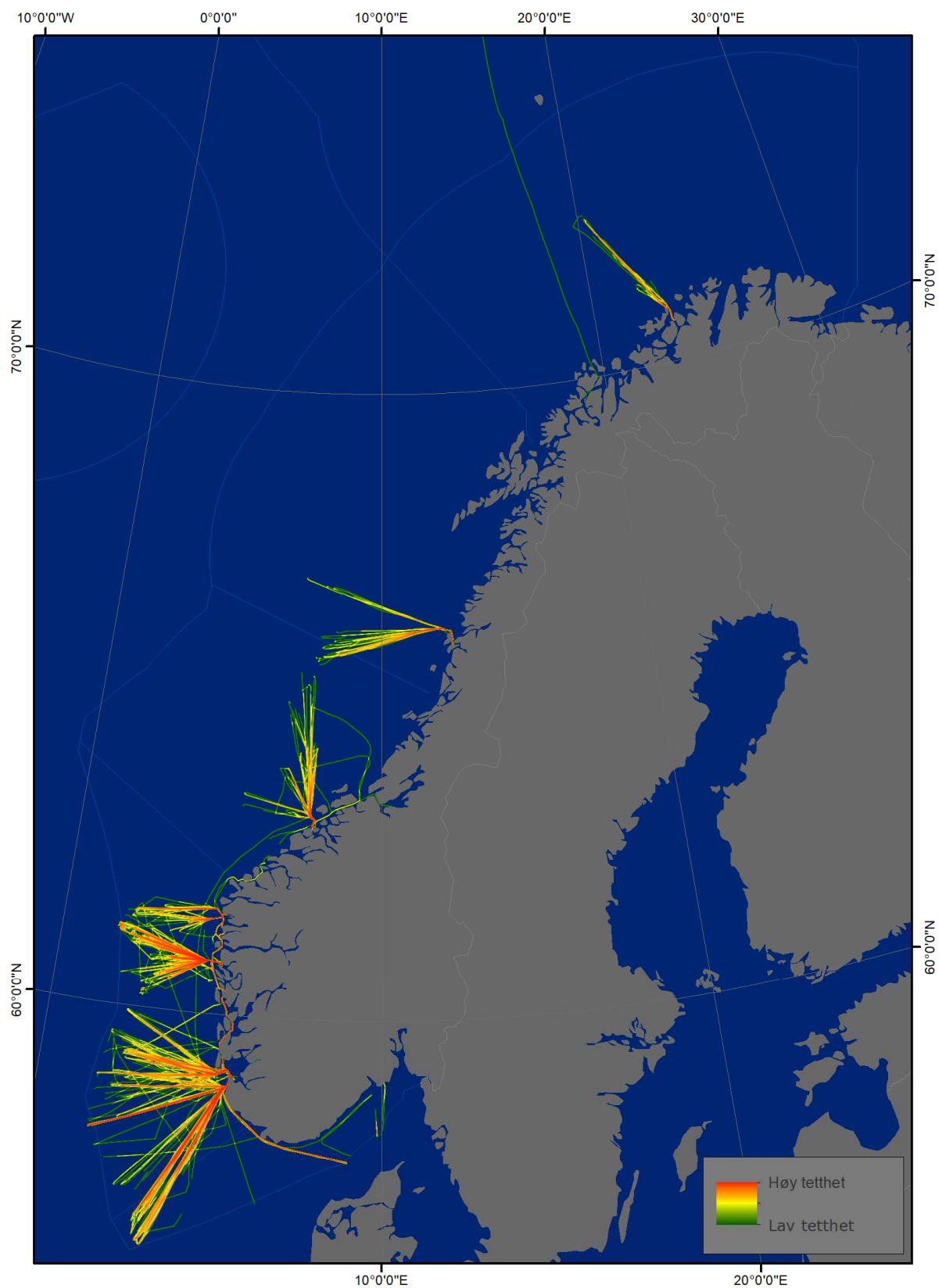
Figur 6-4 Utseilt distanse (nm) for ett år (2021/2022), for fartøy som transitterer NØS med radioaktiv last eller drivstoff, etter område og fartøystype.

Tetthetsplott

Figur 6-5 viser et tetthetsplott for skipstrafikk som fører radioaktiv last (IMDG-klasse 7) til og fra Norge basert på AIS-data for 2021/2022. Formålet er å differensiere intensiteten av skipstrafikken geografisk. Intensiteten i fargen indikerer frekvens, og er dermed et uttrykk for hvor tett skipstrafikken er langs kysten⁵.

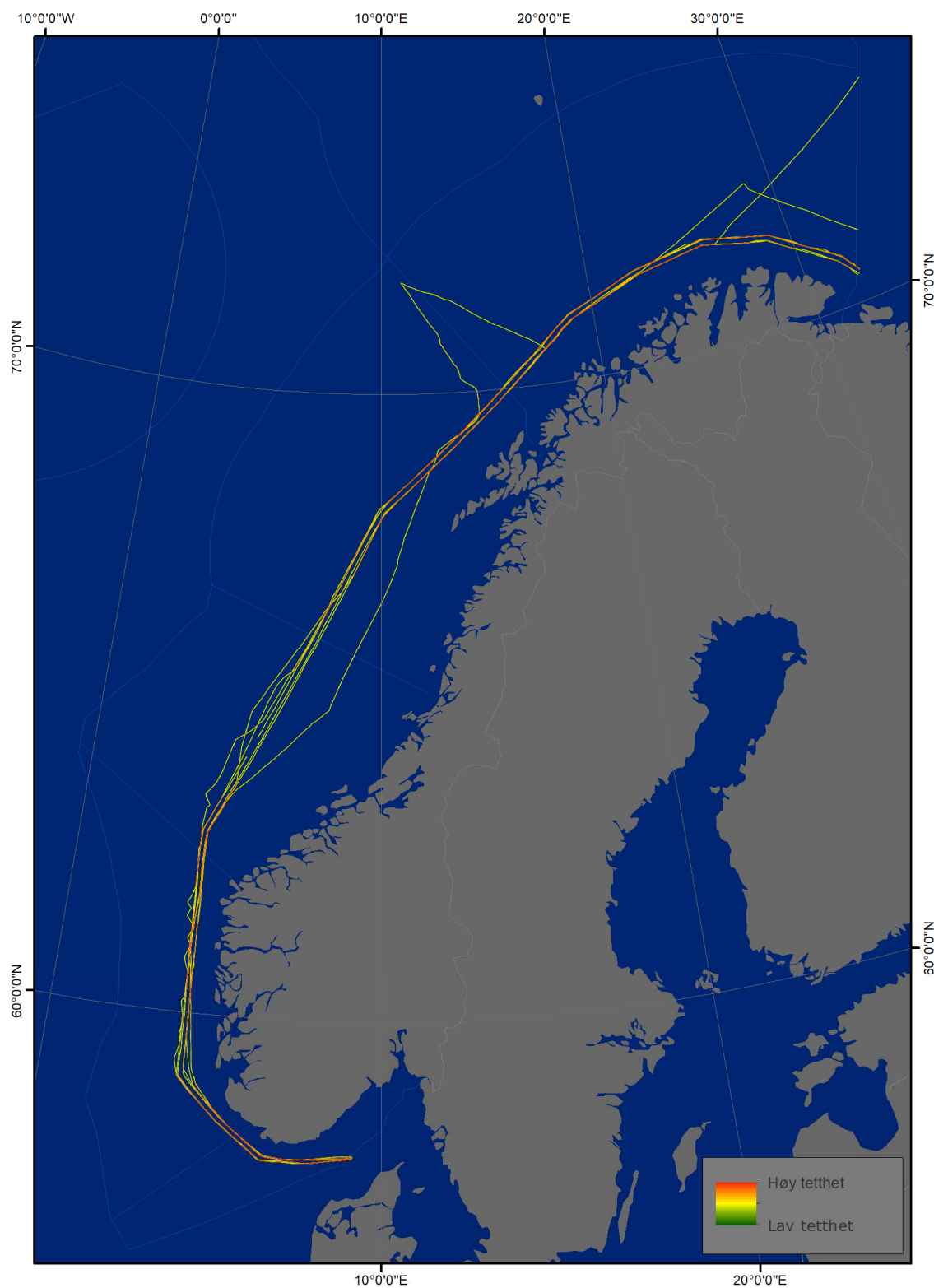
Tetthetsplottet viser at transport av radioaktive laster til og fra Norge har en meget klar knytning til olje- og gassproduksjon på sokkelen; det er klare spor fra alle forsyningsbasene langs kysten. I tillegg virker det som import og eksport skjer via Stavanger-området.

⁵ Tettheten beregnes ut fra total lengde av spor innenfor en radius av 500 m dividert på arealet.



Figur 6-5 Tetthet av spor fra fartøy som fører radioaktiv last (IMDG-klasse 7) for perioden 2021/2022.

Figur 6-6 viser tetthetsplott av atomdrevne skip (fra Barents SRS). Kartet viser at denne aktiviteten i all hovedsak er reiser som går mellom Østersjøen og den russiske delen av Barentshavet.



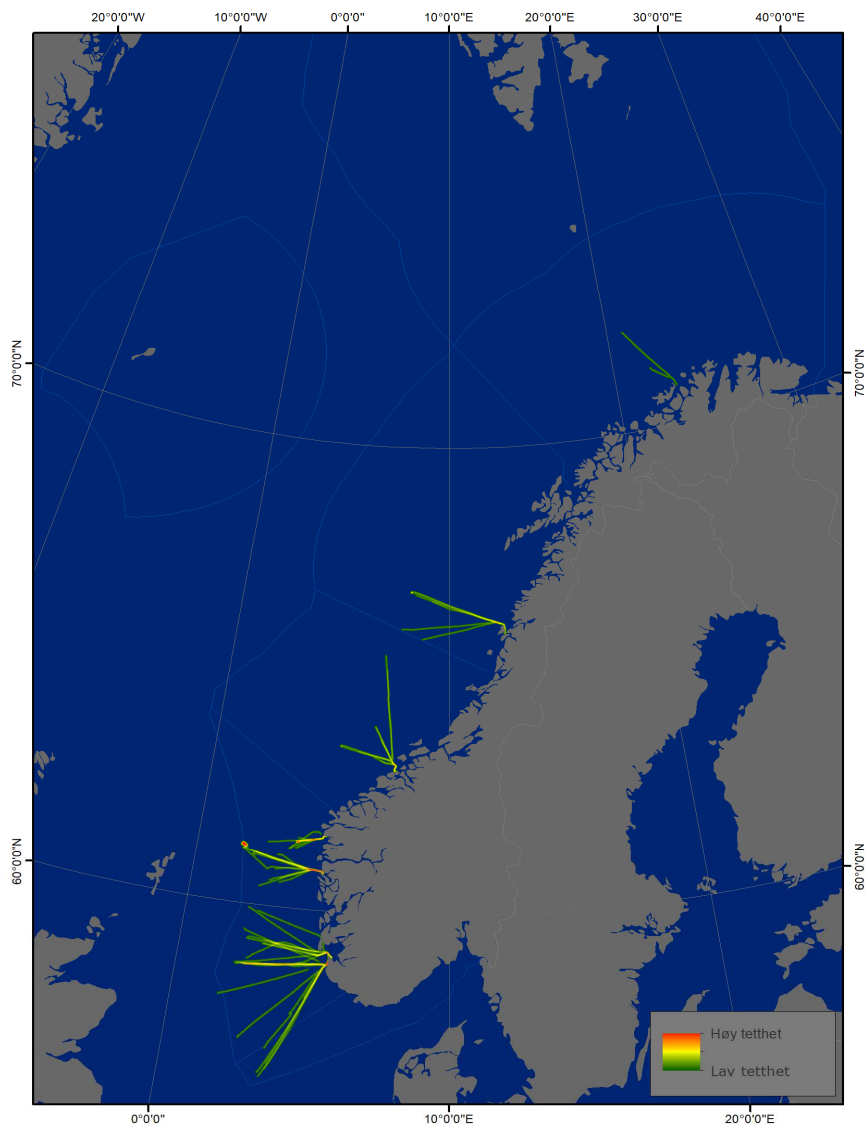
Figur 6-6 Tetthetsplott som viser fartøy som transitterer NØS (følger trafikkseparasjons-system- TSS) med radioaktivt drivstoff i perioden 1.10.2021-1.10.2022.

Frakting av store mengder potensielt skadelig radioaktiv last (Gruppe I)

Det er gjennomført en delanalyse av særlige radioaktive stoffer for å illustrere hvilke norske havnebyer de største volumene transporteres fra og til, hvor dataen er basert på skadekategori Potensielt skadelig (Gruppe I). Forsendelse av store registrerte lastevekter av Potensielt skadelig radioaktiv last i norske farvann viser at topp 10 % utgjør til sammen 78 forsendelser. 76 av forsendelsene faller under UN kode 3332 og 2 under UN kode 2916. Lasten som er registrert spenner mellom 2,2 tonn og 12,9 tonn.

Den dominerende lasttypen er UN-kode 3332 (97 %), og som tidligere nevnt er denne type last mest sannsynlig definert som «scale» (6.3.1). Dette bekreftes også av tetthetsplottet for transportrutene (Figur 6-7) som domineres av seilaser til og fra offshoreinstallasjoner. Siden «scale» materialet ifølge Strålevernet burde registreres i én skadekategori lavere (Gruppe II), har en ny analyse blitt gjort på de største lastvektene av Potensielt skadelig (Gruppe I) radioaktiv last – nå uten UN kode 3332 («scale»).

De nye resultatene, fra analyse av kun UN kode 2916, 2915 og 3327 (Gruppe I), viser at topp 10 % av registrert lastvekter inkluderer totalt 23 forsendelser, 17 stykk med UN kode 2916 og 6 med UN kode 2915. Lasten som er registrert spenner mellom 180 kg og 3 tonn. Ankomst- og avgangsløkasjoner domineres av offshoreinstallasjoner, havner i Kristiansund, Langesund (ufullstendig kartrepresentasjon) og Hirtshals i Danmark (Figur 6-8).



Figur 6-1 Tetthet av spor fra fartøy som fører store mengder radioaktiv last (Gruppe I) for 2021/2022.



Figur 6-2 Tetthet av spor fra fartøy som fører store mengder radioaktiv last (Gruppe I), ekskludert UN kode 3332, for 2021/2022.

6.3.3 Beregnet sannsynlighet for skipsulykke

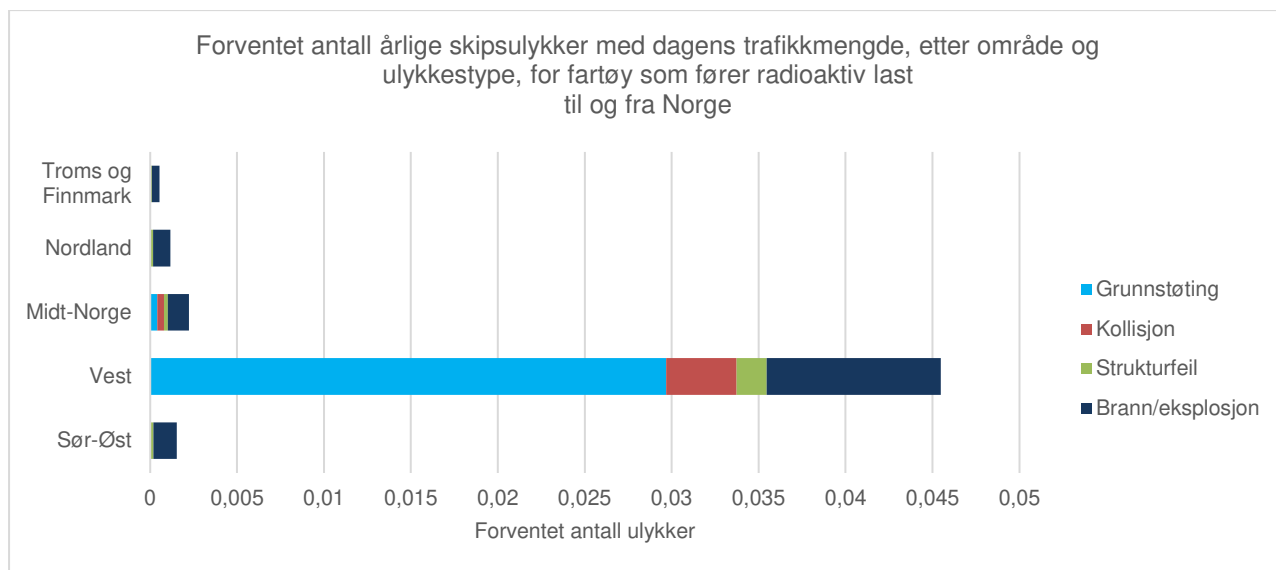
Sannsynligheten for ulykker i norske farvann innenfor hvert område er beregnet ved å bruke de relevante seilasene fra SafeSeaNet Norway og Barents SRS til å hente ut ulykkesfrekvenser fra AISyRisk.

Figur 6-9 og Figur 6-10 viser forventet antall årlige skipsulykker med dagens trafikkmengde (2021/2022), etter område og ulykkestype. Den forventede totale årlige frekvensen for en skipsulykke med fartøy som fører radioaktiv last (IMDG-klasse 7) til og fra Norge er beregnet til 0,051, dvs. gjennomsnittlig én ulykke hvert 20. år. Det presiseres at dette er sannsynligheten for en ulykke med et fartøy som fører radioaktiv last, ikke sannsynlighet for et utslipp av radioaktiv last.

Forventet antall ulykker innen hvert område påvirkes hovedsakelig av utseilt distansen. Resultatene viser at for skipstrafikk med radioaktiv last til og fra Norge forventes det flest ulykker i Ves. Området står for 75 % av totalt utseilt

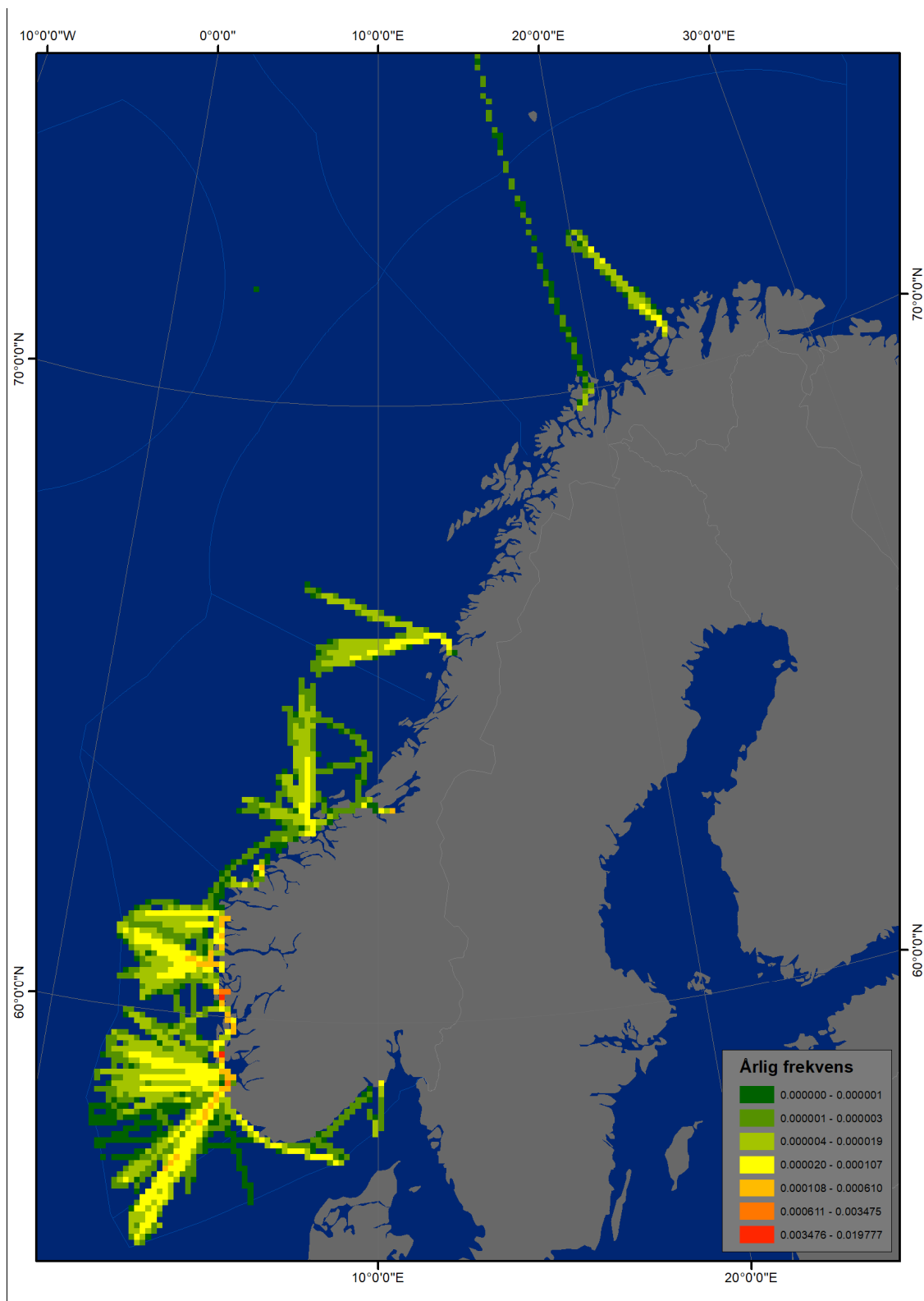
distanse. Grunnstøting er den dominerende ulykkestypen, totalt sett og i området Vest, mens brann/eksplosjon er dominerende for de øvrige fire områdene. Områder med en ulykkesfrekvens på under 0,5 % av den totale årlige frekvensen er ikke inkludert i fremstillingen av resultatene.

Til sammenlikning var den årlige frekvensen for en skipsulykke med fartøy som fører radioaktiv last i 2013 /8/ beregnet til 0,167, dvs. gjennomsnittlig én ulykke hvert 6. år. Også da var det forventet flest ulykker i området Vest, og grunnstøting var den dominerende ulykkestypen for hele kysten.



Figur 6-7 Forventet antall årlige skipsulykker med dagens trafikkmengde, etter område og ulykkestype, for fartøy som fører radioaktiv last (IMDG klasse 7) til og fra Norge.

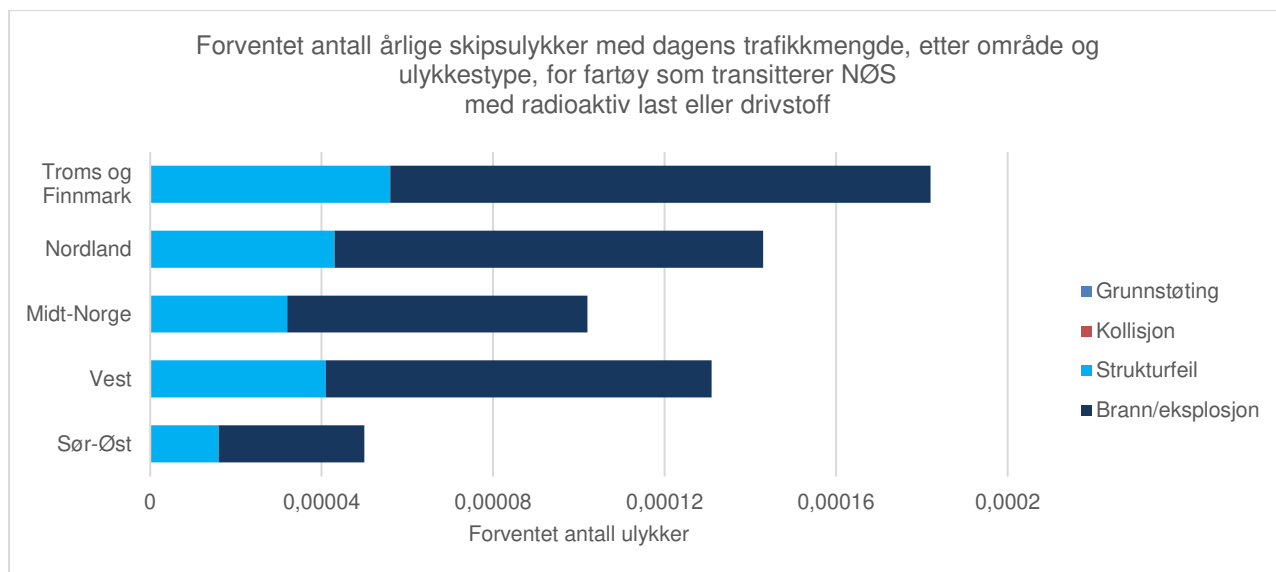
Figur 6-8 viser den geografiske fordelingen av sannsynligheten for en ulykke med fartøy som fører radioaktiv last. Vi ser en forhøyet sannsynlighet for ulykke bl.a. ved Kristiansund, Bergen og Stavanger. Det bør merkes at sannsynlighetsberegningene over viser sannsynlighet for at en ulykke inntreffer, ikke sannsynlighet for utslipp av miljøfarlig last.



Figur 6-8 Forventet antall årlige skipsulykker per grid celle (10x10 km) for fartøy som fører radioaktiv last (2021/2022). Summen av ulykkesfrekvenser over alle grid-celler gir den forventede årlige frekvensen for en ulykke i norske farvann.

Figur 6-9 viser forventet antall årlige skipsulykker i NØS for transitterende skipstrafikk med radioaktiv last eller drivstoff. Tallene viser at for denne typen skipstrafikk er grunnstøting fraværende - dette på grunn av at trafikken i all hovedsak foregår i god avstand til kysten. Brann/eksplosjon er den dominerende ulykkestypen i alle områder.

Bidraget fra transitterende fartøy (stykkgodsskip og andre aktiviteter) er veldig lavt (0,0006 ulykker per år, gjennomsnittlig en ulykke hvert 1667. år). Det bør merkes at sannsynlighetsberegningene viser sannsynlighet for at en ulykke inntreffer, ikke sannsynlighet for utslipp av radioaktiv last eller drivstoff.



Figur 6-9 Forventet antall årlige skipsulykker med dagens trafikkmengde, etter område og ulykkestype, for fartøy som transitterer NØS med radioaktiv last eller drivstoff.

Sikkerhetsbarrierer

IMOs bestemmelser for transport av radioaktive materialer er basert på det internasjonale atomenergibyrået, IAEAs regelverk. Bestemmelser knyttet til transport av radioaktiv last til sjøs kan deles opp i følgende nivå:

1. IAEA/IMDG-koden setter krav til innpakking av radioaktivt materiale.
2. IMDG-koden setter krav til plassering av forsendelsen om bord, og segregering fra mennesker og andre lasttyper.
3. For INF-laster (pakket, bestrålt kjernebrensel, plutonium og høyradioaktivt avfall) stiller INF-koden i tillegg krav til fartøyets utforming og funksjoner; blant annet struktur, skadestabilitet, brannsikring og redundans for enkelte funksjoner.

For transport av radioaktivt materiale er forpakningen den primære sikkerhetsbarrieren; design av forpakningen skal ta høyde for alle forutsigbare ulykker. Avsender bærer hovedansvaret for at dette er i orden.

Som nevnt transporteres mange forskjellige typer radioaktive materialer og graden av potensiell fare fra disse materialene varierer betydelig. IAEA har derfor utviklet forpakkingsstandarder som tar hensyn til egenskapene og den potensielle faren for ulike typene av radioaktivt materiale, uavhengig av transportmåte:

- Lavradioaktivt materiale kan transporteres i vanlige industrikonteinere.
- Type A forpakning er designet for å tåle mindre ulykker og brukes til transport av middels radioaktive materialer som medisinske eller industrielle radioisotoper.

- Forpakning eller beholdere for høyradioaktivt avfall og brukt brensel er robuste og svært sikre beholdere kjent som Type B-pakker. Slike beholdere skal blant annet hindre varmeutvikling, beskytte mot støt, forsegle forsendelsen og skjerme omgivelsene for stråling.

6.3.4 Oppsummering av aktiviteten i norske farvann

Det understekes at vurderingen nedenfor er basert på trafikkbildet for 2021/2022 og tidligere beskrevne miljøkonsekvenser. I Nordsjøen og Norskehavet er det i perioden 01.10.2021 – 01.10.2022 totalt 1157 registreringer med radioaktiv last fordelt på 937 seilaser (SafeSeaNet Norway). Disse representerer 10 forskjellige UN-koder, hvor 3 UN-koder (18 %) er definert som ikke skadelige av IAEA, 3 UN-koder (11 %) er registrert med last som er potensielt skadelig ved innånding eller spising, og 4 UN-koder (71 %) er registrert som potensielt skadelig for alle organismer. Til sammenlikning var det i snitt i 2012-2014 /8/ 1341 registreringer med radioaktiv last fordelt på 1055 seilaser. Antall registreringer med radioaktiv last har minket med 14 % siden 2014, mens antall seilaser er redusert med 11 %.

Trafikken til og fra Norge domineres av offshore supply skip med 80 % av den totale utseilte distansen. Videre utgjør ro-ro-skip og passasjerskip henholdsvis 13 % og 4 % av totalen. Når det gjelder transittreiser i NØS viser data rapportert av Barents SRS at disse seilasene domineres av atomdrevne isbrytere.

Generelt så viser kartleggingen at dagens aktivitetsnivå knyttet til transport av radioaktiv last er ganske begrenset. Akkumulert årlig ulykkesfrekvens for transport av material i IMDG-klasse 7 er på 0,051, noe som tilsier at en ulykke gjennomsnittlig forekommer hvert 20. år. Det presiseres at dette er sannsynligheten for en ulykke med et fartøy som fører radioaktiv last, ikke sannsynlighet for et utslipp av radioaktiv last. Bidraget fra transitterende fartøy er veldig lavt (0,0006 ulykker per år – gjennomsnittlig en ulykke hvert 1667. år).

Basert på det tilgjengelige datasettet har den overordnede vurderingen av miljøkonsekvenser ikke identifisert noen kritiske scenario som vurderes å kunne føre til alvorlige konsekvenser for miljøet. Dette er basert på trafikkbildet fra 2021/2022, hvor seilasene med atomisbrytere går i trafikkseparasjons-systemet (TSS) i NØS (lang avstand til kysten, og dypt vann). Utslipp med stråling vurderes å få større konsekvenser om det inntreffer nært kysten og på grunt vann.

Verstefall-scenario vil være en ulykke med fartøy som transporterer store mengder uranbrensel og utbrent kjerneavfall, som for eksempel russiske atomisbrytere og -ubåter. Feltstudier fra flere vrakområder i Barentshavet viser at det ikke har vært større pulsutslipp med radioaktive stoffer til omgivelsen som følge av havari, eller i årene etter et havari. Modelleringsstudier viser at kontinuerlig lekkasje av cesium-137 ut i vannsøylen ikke vil gi målbare effekter i fisk gitt at lasten ligger på et vanddyp av 50 m eller mer. Det er konkludert at det kun er et større pulsutslipp med radioaktive stoffer som vil kunne gi signifikant kontaminering av fisk og derfor vil kunne gi konsekvenser for fiskeri. Større pulsutslipp kan for eksempel oppstå under bergingsforsøk, som resultat av en eksplosjon eller spontan kjernespalting av uran-235 grunnet lekkasje av sjøvann inn i selve reaktoren. DNV har imidlertid ikke analysert sannsynligheten for slike utslippsscenario.

For å danne et riktig risikobilde er det nødvendig å vite hvor store mengder av ulike produkter som transporteres, ikke bare antall forsendelser. Dette har blitt analysert for frakting av store mengder særlig radioaktiv last – Potensielt skadelig (Gruppe I). Forsendelse av store registrerte lastevakter av særlige radioaktive stoffer i norske farvann viser at topp 10 % av registrert lastevakter inkluderer totalt 23 forsendelser, 17 stykk med UN kode 2916 og 6 med UN kode 2915. Lasten som er registrert spenner mellom 180 kg og 3 tonn. Ankomst- og avgangslokasjoner domineres av offshoreinstallasjoner, i tillegg til havner i Kristiansund, Langesund (ufullstendig kartrepresentasjon) og Hirtshals i Danmark. Det er imidlertid knyttet stor usikkerhet til disse dataene, da kvaliteten på registreringer av transporterte mengder av farlig last i SafeSeaNet Norway ofte er dårlig (forveksling mellom tonn og kilogram) eller totalt manglende.

7 RISIKO VED UTSLIPP AV NYE TYPER DRIVSTOFF

I dette kapitlet er det utført en kvalitativ miljø- og personrisikovurdering ved utslipp til sjø for:

- Hydrogen (flytende)
- Ammoniakk (flytende)
- Metanol (flytende)
- Biodiesel
- LNG (flytende)
- Lavsvoveldrivstoff
- Batteri

7.1 Vurdering av ulike nye typer drivstoff

Grunnlaget for beskrivelser av potensiell personrisiko ved utslipp er hentet fra rapporter fra DNV, SINTEF og andre institusjoner, samt sikkerhetsdatablader.

Grunnlaget for vurderingen om potensiell miljøskade er basert på forutsetningen om at et lekkasjescenario fra et fartøy er et akutt utslipp av kortere varighet. Hovedkilden til informasjonen er hentet fra rapporten "Spill Behavior, Detection, and Mitigation for Emerging Nontraditional Marine Fuels" (Kaas m. fl., 2021) med tilleggsvurderinger på miljøpåvirkning/-konsekvens utarbeidet av DNV.

7.1.1 Hydrogen

Hydrogen er et grunnstoff med kjemisk symbol H og atomnummer 1. Ved standard temperatur og trykk er den en fargeløs, luktfri og særdeles brennbar gass (H₂). Med en molar masse på bare 1,00794 g/mol, er hydrogen det letteste grunnstoffet av alle og hydrogenatomet det enkleste atomet [42].

Hydrogen er en energibærer på samme måte som strøm er det. Det vil si at den må fremstilles og kan så fraktes fra et sted til et annet. Hydrogen kan fremstilles på flere måter: Elektrolyse med fornybar strøm (grønt hydrogen), reformert naturgass, kombinert med karbonfangst og lagring (blått hydrogen) og naturgass uten karbonfangst og lagring (grått hydrogen) [47].

Miljøeffekt ved utslipp av hydrogen

Flytende hydrogen lagres under kryogene forhold (frysing under ekstremt lave temperaturer) for å forbedre energieffektiviteten og redusere tankvolumet. Gassen er lettere enn luft ved atmosfærisk trykk og tyngre ved kalde temperaturer nær kokepunktet. Som følge av dette vil hydrogenet synke umiddelbart gitt et utslipp, og danne en hvit dampsky på vannoverflaten.

Ettersom hydrogen er lite løselig med vann forblir dampskyen på eller over vannoverflaten til det løser seg opp i luft, varmes opp og forsvinner. Størrelsen på skyen er vind-avhengig og øker med høyere vindhastighet. Dette innebærer økt fare for kvelning og brann gitt vindfulle forhold. Risikoen for kvelning gjelder både mennesker og marine organismer (fortrinnsvis sjøfugl) som befinner seg i dampskyen. Grunnet størrelsen på dampsky (fra <30 m til <100 m, avhengig av vindstyrke) og kort nedbrytningstid (<30 min) anses miljøpåvirkningen å være svært begrenset i åpent farvann, dvs.

effekter på enkeltindivider kan ikke utelukkes, men effekter på populasjonsnivå er usannsynlig. I kystnære områder, kan i første rekke nærhet til fuglefjell og andre hekkeområder i vår- og sommersesongen gjøre kystnær sjøfugl utsatt.

En annen risiko ved utslipp av flytende hydrogen over vannoverflaten er den raske faseovergangen som oppstår når gassen kommer i kontakt med vann. Dette kan føre til en kald-eksplosjon som følge av den raske volumutvidelsen når flytende hydrogen skifter fra væske- til gassfase. Marint liv innenfor berørt sone kan lide av kvelning eventuelt nedkjøling.

Mekanisk oppsamling er ikke et relevant som følge av hurtig nedbrytning, og sikkerhetsrisikoen for beredskapspersonell.

Personrisiko ved utslipp av hydrogen

Når en sammenligner egenskapene ved hydrogen relatert til brann- og eksplosjonskarakteristikk naturgass gir hydrogen en større eksplosjonsrisiko. De viktigste årsakene til dette er [41]:

- Hydrogens større brennbarhetsområde⁶ (4-75 %), som betyr at en større del av gassen kan antennes, med andre ord at mange utslipp av hydrogen kan bli brennbare og dermed eksplosive.
- Hydrogen er meget lettantennelig over et stort brennbarhetsområde. Hydrogens lave tenningsenergi (for høye konsentrasjoner) er kun 0.017 mJ, sammenlignet med eksempelvis 0.27 mJ for metan.
- Større sannsynlighet for å starte deflagrering til detonasjonsovergang (DDT) og høyere eksplosjonstrykk i en hydrogeneksplosjon.

Brannkonsekvensene er også forskjellige fra andre gasser, men brannens alvorlighetsgrad kan sies å være lik som for naturgass [41]. Dersom hydrogen er lagret i flytende form skjer dette ved svært lave temperaturer og relativt lavt trykk. Eventuelle lekkasjer kan dermed resultere i kryogeniske (svært kalde) utslipp som kan føre til personskader og gjøre materialer sprø, som for eksempel stål [43].

7.1.2 Ammoniakk

Ammoniakk er en av de mest produserte kjemikalier globalt. Kjemikalie brukes først og fremst som kunstgjødsel i landbruket i form av flytende ammoniakk, ammoniumnitrat, ammoniumsulfat og ammoniumfosfat [40].

Ammoniakk brukes også i produksjon av ulike industrikjemikalier som salpetersyre, urinstoff og fenolharpikser, samt som kjølevæske i kjøle- og fryseanlegg, også ombord i fiskebåter [40]. Ammoniakkindustrien har over hundre år med erfaring innen produksjon, lagring, håndtering og transport av ammoniakk. Ammoniakk (NH₃) består av tre hydrogenatomer (H) og et nitrogenatom (N). Siden ammoniakk ikke inneholder karbon, kan det ikke danne karbondioksid (CO₂). Gitt dagens behov for avkarbonisering, gjør dette ammoniakk til en potensiell og interessant ny drivstoffkilde for skip [38].

Ammoniakk transporteres i flytende tilstand; derfor må den enten komprimeres eller nedkjøles eller en kombinasjon av disse to. Fullkjølte ammoniakk-lagringstanker inneholder væske ved -33°C ved atmosfærisk trykk, mens fullt trykksatte tanker er konstruert for 18 bar som tilsvarer ammoniakkdamptrykket ved 45°C [39].

⁶ Blandingsforhold de er brennbare sammen med luft

Miljøeffekt ved utslipp av ammoniakk

Ved et utslipp av ammoniakk over vannlinjen dannes det en giftig gassky. Denne fordampes hvorpå ammoniakkgassen over tid reagerer kjemisk med vannmolekyler i atmosfæren og former ammoniumhydroksid (NH_4OH), som på sikt vil legge seg på vannoverflaten. I tillegg til at begge stoffene er svært giftig frigir dannelsen av ammoniumhydroksid varme. Ammoniakk er svært løselig i vann og det forventes at 70 % av et overflateutslipp nedblandes i vannsøylen [22]. Flytende ammoniakk som ikke kommer i kontakt med vann vil hurtig skille ut gasser.

Miljøpåvirkning anses å være lokalt i området rundt utslippspunktet, på vannoverflate og i vannsøyle. Berøring av marint liv på vannoverflaten er avhengig av spredningshastigheten, som igjen er påvirket av lokale forhold. Til havs vil spredningen skje hurtig, og effekten vil være begrenset mens det på mer beskyttede lokasjoner vil ta lengre tid.

Studier på fisk viser at organismer i vannsøylen (fisk) kan bli akutt eller kronisk forgiftet, avhengig av ammoniakkskonsentrasjon (og eksponeringstid) og fiskens livsstadie [23]. Ettersom en lekkasje fra fartøy skjer over et kortere tidsrom er det naturlig å anta at akutt dødelighet kan forekomme lokalt innenfor spredningsarealet. I tillegg kan plankton, skaldyr og andre bentiske organismer bli berørt. Vær- og vindforhold og gjeldende strømningsbildet vil påvirke ammoniakkens fortynningshastighet. I motsetning til i åpent farvann vil en eventuell hendelse i et mer beskyttet område (kystnært område med liten vannutskiftning) kunne resultere i lengre eksponeringstid for lavere dose innen et avgrenset område. Dette vil eventuelt kunne gi kronisk forgiftning som kan resultere i morfologiske og fysiologiske endringer hos fisk [23]. Utslipp av ammoniakk til marint miljø over lengre tid, kan sammen med andre nødvendige næringsstoffer, resultere i et eutrofiert miljø som stimulerer algeoppblomstring som igjen kan føre til forringet vannkvalitet som følge av forsuring og dødt organisk materiale. Introduksjon av giftstoffer i den marine fauna kan ha negativ påvirkning på næringskjedene [24].

Oppfølging gitt denne type hendelse vil være regelmessige ammoniakk- og pH målinger i vannsøylen og oppfølging av lokale fiskebestander, eventuelt andre naturressurser som befinner seg innenfor habitatet.

Personrisiko ved utslipp av ammoniakk

Toksisitet (giftighet) er den viktigste faren knyttet til ammoniakk. Introduksjon av ammoniakk som brensel i maritim sektor byr derfor på utfordringer, som er annerledes enn de man ser i landindustrien. Hovedutfordringen her er begrensede sikkerhetsavstander og begrenset mulighet for sikker evakuering på sjøen. Sammenlignet med naturgass (LNG) og hydrogen, hvis primære risiko er knyttet til brann og eksplosjoner, kan sikkerhetsbarrierer som fjerner antennelseskilder redusere konsekvensen av en lekkasje. For ammoniakk er det annerledes, da lekkasjer vil ha direkte effekt på eksponert personell.

Under atmosfærisk temperatur og trykk er ammoniakk en fargeløs, giftig gass med en skarp og gjennomtrengende lukt. Kokepunktet for ammoniakk er -33°C , og så snart flytende ammoniakk slippes ut i omgivelsene, vil det begynne å koke og danne ammoniakkgass [38]. Dette vil enten være i form av lekkasje av nedkjølt ammoniakk (ved omgivelsestrykk) eller lekkasje av «varm» ammoniakk (ved høyt trykk), eller en kombinasjon av disse.

Ammoniakkgass er lettere enn luft og vil som regel stige opp i atmosfæren, men densiteten til ammoniakk-skyen er primært bestemt av hvor mye væskefase (luftbårne væskefraksjonen) NH_3 som er i skyen. Disse dråpene vil fordampe og senke omgivelsestemperaturen som igjen gjør at skyen ikke vil stige umiddelbart. Ammoniakk er også svært hygroskopisk, noe som betyr at den lett binder seg til vann, og at tåkedråpene kan inneholde en blanding av vann og ammoniakk [38]. Dette kan igjen medføre at gass-skyen ikke stiger like raskt, men dras med vinden. Flytende ammoniakk på vann vil også føre til at mye av ammoniakken fordampes på kort tid, noe som kan utgjøre en større risiko [38].

Siden ammoniakk er en hygroskopisk forbindelse vil slimhinner, som øyne, luftveier og hud, som har høyt fuktighetsinnhold være spesielt utsatt når de kommer i kontakt med ammoniakk. En tilleggsbekymring med hensyn til

direkte eksponering er det lave kokepunktet til ammoniakk, da det vil fryse ved hudkontakt. Det vil forårsake etsende brannskader som ligner på skader forårsaket av tørris, men som vil være mer alvorlige [39].

Akseptable menneskelige eksponeringsgrenser for ammoniakk er definert av lovgivning og er typisk en funksjon av konsentrasjoner og eksponeringstid. Ammoniakk er skadelig for personell ved konsentrasjoner godt under dens nedre brennbarhetsgrense på 15 % i luft. For eksempel indikerer HMS UK at en konsentrasjon på 0,36 % i luft kan forårsake 1 % sannsynlighet for dødsfall gitt 30 minutters eksponering. Videre kan en konsentrasjoner på 5,5 % forårsake en 50 % sannsynlighet for dødsfall etter 5 minutters eksponering [39].

Ammoniakk er brannfarlig, men vanskelig å antenne. Utendørs vil ammoniakkdamp generelt ikke utgjøre en brannfare. Innendørs, i trange områder, vil faren for antennelse være høyere, spesielt hvis olje og andre brennbare materialer er til stede. Trykkbeholdere som brukes til lagring av ammoniakk kan eksplodere hvis de utsettes for høy varmetilførsel [39].

7.1.3 Metanol

Metanol er en fargeløs, lettantennelig og svært giftig væske. Den kalles også metylalkohol eller tresprit. Den kjemiske formelen for metanol er CH_3OH . Kokepunktet er 64,8 grader °C, smeltepunktet er -97,6 °C og massetettheten (densiteten) er 0,796 gram per kubikkcentimeter (g/cm^3) [44].

Metanol fremstilles utelukkende syntetisk og hovedsakelig etter to metoder:

- Hydrogenering av karbonmonoksid under høyt trykk i nærvær av katalysatorer («metanolsyntesen»).
- Partiell oksidasjon av hydrokarboner fra naturgass.

Det er økende interesse for metanol som energibærer i maritim industri, blant annet med tanke på anvendelse i forbrenningsmotorer. I august 2023 rapporterte DNV at det ble bestilt 48 nybygg med metanol som fremdrift i forrige måned (juni), og total 100 totalt [48].

Miljøeffekt ved utslipp av metanol

Metanol er tyngre enn luft og lettere enn vann, noe som innebærer at gitt et utslipp over vannlinjen så vil det umiddelbart dannes en brennbar film på vannoverflaten. Denne vil fordampe raskt. I tillegg forekommer en mindre del av utslippet som svært brannfarlig damp. Dette fordampes raskt ut i atmosfæren. Metanol er svært løselig i vann, noe som bidrar til at en stor andel av utslippet nedblandes i vannsøylen. I området rundt utslippspunktet vil vannet være giftig.

Miljøpåvirkningen anses som svært begrenset, ettersom en eventuell giftig konsentrasjon i vannet nær utslippspunktet fortynnes relativt raskt [25].

Mekanisk oppsamling er ikke et relevant som følge av hurtig nedbrytning, og sikkerhetsrisikoen for beredskapspersonell.

Personrisiko ved utslipp av metanol

Risikoen er i første rekke knyttet til brann- og eksplosjonsfaren under og umiddelbart etter utslippet. Metanol brenner med en ikke-lysende (nesten usynlig) flamme. Ved et utslipp vil dampen, som er tyngre enn luft, bre seg utover langs underlaget og danner sammen med luft en eksplosiv blanding. Metanol kan derimot være vanskeligere å antenne enn mange andre gasser. Egnede slökkingsmidler for metanol ved brann er vannspray, alkoholresistent skum, BC-pulver og karbondioksid (CO_2) [46].

Metanol er også giftig ved svelging, hudkontakt eller innånding. Giftigheten av metanol skyldes metabolitten (omdannelsesproduktet) maursyre. Tegn på metanolinntak være kvalme, brekninger, magesmerter, hodepine, forvirring, slapphet og svimmelhet. I alvorlige tilfeller kan eksponering forårsake betydelig sykелighet og dødelighet [45].

7.1.4 Biodiesel

Biodiesel er flytende biodrivstoff. Biodrivstoff er en fornybar energibærer som utvinnes fra biogent materiale og fremstilles av et vidt spekter av organiske materialer, slik som spiselig avling, ikke-spiselig avling, slam, trevirke og kompost, matavfall/fett og alger. Ofte omtaler man biodrivstoff som første-, andre- og tredje generasjons med bakgrunn i råstoffet som benyttes [47]. Her finnes også andre kategoriseringer, som for eksempel konvensjonelt og avansert biodrivstoff, som brukes i det nasjonale regelverket for å definere delkrav for avansert biodrivstoff. Bruken av biodrivstoff kan foregå som “drop-in fuels” (dvs. som erstatning for marine drivstoff, hvor man er kompatibel med eksisterende infrastruktur og motorsystemer) eller ved at man modifiserer infrastruktur og motorsystemer. Det er i hovedsak tre former for flytende biodrivstoff som er aktuelle for skip i Norge [47]:

- Konvensjonell biodiesel er et diesel-lignende drivstoff produsert av vegetabiliske oljer eller animalsk fett. Den vanligste formen er FAME (Fatty Acid Methyl Ester) som gjerne kjennetegnes som førstegenerasjon biodiesel.
- Biomass to liquid fuels (BTL) er et syntetisk drivstoff produsert av biomasse ved hjelp av termokjemisk omdannelse.
- HVO (hydrobehandlet vegetabilisk olje): HVO eller HDRD (hydrogeneringsavledet fornybar diesel) er produktet av fett eller vegetabiliske oljer – alene eller blandet med petroleum – raffinert ved en hydrobehandlingsprosess kjent som fettsyre-til-hydrokarbon-hydrobehandling.

Miljøeffekt ved utslipp av biodiesel

marinefeltforsøk har utslipp av biodiesel (basert på oljer og dyretalg) gjerne vært kombinert med diesel eller HFO [26] [27]. Produktet har lavere tetthet enn vann og vil danne en tynn oljefilm på vannoverflaten gitt et utslipp. Produktet er nedbrytbart, har lav toksisitet og ikke-løselig i vann. Temperatur påvirker viskositeten som igjen påvirker filmtykkelsen. I kalde omgivelser, -10 °C til 10 °C, blir biodiesel svært viskøs og får en geleaktig konsistens [28]. Biodiesel nedbrytes hurtigere enn vanlig dieselprodukter via oksidering og mikrobiologisk aktivitet [28].

Ettersom biodiesel er løselig i andre oljer, kan sjøfugl som kommer i berøring med oljen få det naturlige fettlaget på fjærene forringet, noe som bidrar til nedsatt isolasjon og impregnering (vannavstøtende), og som på sikt kan føre til døden for eksponerte individer. Nedbrytningstid og størrelsen på flaket er sterkt påvirket av temperatur, men basert på litteratur så omtales levetiden på vannoverflaten i dager og uker [29]. Forekommer et utslipp til havs hvor det er lav konsentrasjon av sjøfugl innenfor forurensningens utstrekning så forventes en svært lav miljøpåvirkning. En hendelse langs kysten kan påvirke naturressurser lokalt, først og fremst kystnær sjøfugl.

Som beskrevet ovenfor har biodiesel, sammenlignet med petroleumsdiesel, svært begrenset giftighet i vannsøylen. Tidligere studier viser henholdsvis 21 og 42 ganger høyere konsentrasjon for L_{50} fisk- og rekedødelighet (von Wedel, 1999). Lav giftighet til tross, nedbrytningsprosessen krever mye oksygen, noe som i områder med liten vannutskiftning, først og fremst fører til redusert O_2 -tilgang for akvatiske organismer og mulig dødelighet (fisk) [28]. Omfanget av en mulig fiskedødelighet vil være påvirket av utslippets størrelse, værforhold og ikke minst nærhet til habitater, særlig i gytesesongen hvor man ofte har høyere konsentrasjoner av kjønnsmodne individer innenfor et avgrenset område. Samlet sett anses et utslipp av biodiesel å ha begrenset miljøpåvirkning for organismer i vannsøylen og på havbunnen.

Som for diesel og annet fossilt drivstoff anses mekanisk oppsamling som et tiltak som kan være formålstjenlig gitt gunstige værforhold (vind og temperatur).

Personrisiko ved utslipp av biodiesel

Flammepunkt på diesel ligger over 60 grader, som gjør at sannsynligheten for antenning er liten, og den er mindre eksplosjonsfarlig sammenlignet med bensin. Biodiesel har ganske like egenskaper som petroleumsdiesel når det gjelder brannrisiko. Eksempler er HVO Diesel 100 og Biodiesel 100 (RME) som begge har høyere flammepunkt enn 60 °C [50]. Tilsvarende som ved diesel er akutte symptomer og virkninger ved eksponering; hodepine, svimmelhet og andre virkninger på sentralnervesystemet.

7.1.5 Naturgass (LNG)

LNG er det mest utbredte alternative drivstoffet for skip i dag. Det totale antall skip med LNG-drift levert eller under bygging var ved årsskifte kommet opp i 876. Totalt 104 nye LNG-drevne skip gikk i drift i løpet av 2022, noe som representerer en vekst på 41 %. Metanol var det nest mest populære alternative drivstoffvalget, med 35 skip bestilt. Naturgass består hovedsakelig av metan – CH₄ og regnes som det mest miljøvennlige fossile brennstoffet

Miljøeffekt ved utslipp av LNG

LNG er lettere enn luft ved atmosfæriske forhold, men som følge av lagring ved veldig lave temperaturer (-162 °C) vil et utslipp av væske resultere i en gassfase som har høyere tetthet enn luft. Ved utslipp vil derfor LNG synke umiddelbart og danne en hvit sky av gass på vannoverflaten [30]. Gassen er svært lite løselig med vann og sprer seg hurtig avhengig av utslippets størrelse, type, kokepunkt, graden av underkjøling og vindhastighet [31]. Økt vindhastighet gir økt spredningsareal, men reduserer høyden på gasskyen. Resultatet er utvidet brannfarlig sone, noe som øker risikoen for antenning. Laboratoriestudier har vist at større utslipp (41 000 m³) fordampes hurtig, innen 25 minutter, avhengig av lekkasjerate [32]. Sjøvann som kommer i kontakt med LNG vil bli avkjølt.

Miljøpåvirkningen er begrenset til spredningsområdet og gjelder naturressurser som dør av kvelning, som følge av oksygenmangel, eller nedkjøling. Mekanisk oppsamling er ikke et relevant som følge av hurtig nedbrytning og sikkerhetsrisikoen for beredskapspersonell.

Personrisiko ved utslipp av LNG

Utslipp av LNG kan utgjøre en stor fare for mannskapet på fartøyet avhengig av størrelsen på utslippet. De mest sannsynlige farene er brann, eksplosjon og kryogeniske effekter. Som forklart i miljøbeskrivelsen vil væsken i et utslipp være tyngre enn luft så lenge den er kaldere enn ca. -100 °C. Den vil imidlertid raskt fordampe til gassfase og stige opp. Men det vil alltid være et område over væsken som har en brennbar sammensetning. Naturgass er brennbar mellom 5-15 % innblanding i luft. Derfor er kontroll av tennekilder svært viktig ved slike hendelser. Selvantennelsestemperaturen for naturgass er 540 °C.

7.1.6 Lavsvoveldrivstoff

Lavsvoveldrivstoff, Low Sulphur Fuel Oil (LSFO), er en samlebetegnelse på drivstoffoljer til skip med maksimalt svovelinnhold på 0,5 %. Very Low Sulphur Fuel Oil (VLSFO) har et maksimalt svovelinnhold på 0,5 %, mens Ultra Low Sulphur Fuel oil (ULSFO) har maksimalt svovelinnhold på 0,1 %. VLSFO tilfredsstiller de globale kravene til svovelinnhold, mens ULSFO tilfredsstiller kravene som gjelder innenfor de såkalte SECA-områdene (Sulphur Emission Control Area); Østersjøen, Nordsjøen og Den engelske kanal [33]. Skip som benytter drivstoff med høyere svovelinnhold må ha avgassrensing (skrubberanlegg).

Miljøeffekt ved utslipp av lavsvoveldrivstoff

Fellesnevneren for LSFO er svovelinnholdet, men når det gjelder andre karakteristika og egenskaper er det stor variasjon, og dermed også store ulikheter i hvordan oljene oppfører seg ved akutt utslipp i sjøen. En utfordring er at en del av lavsvoveldrivstoffene har et høyt stivnepunkt. Om stivnepunktet ligger over sjøtemperaturen, kan dette føre til problemer med mekanisk oppsamling av oljen. Kjemisk dispergering og brenning av oljer med høye stivnepunkter vil også ha klare begrensninger. Majoriteten av lavsvoveldrivstoff har et betydelig høyere stivnepunkt enn tyngre drivstofftyper med 3,5 % svovel, slik at kjemisk dispergering som tiltak har langt mindre effekt overfor lavsvoveldrivstoffene enn overfor drivstofftypene med 3,5 % svovel. Oljen kan danne klumper som har lang levetid på sjøoverflaten. Videre har det blitt observert at enkelte typer lavsvoveldrivstoff er særdeles klebrige. Enkelte lavsvoveldrivstoff har i laboratorieeksperimenter vist seg å kunne trenge inn i fast underlag. Dette er forhold som har betydning for effektiviteten av strandrenseoperasjoner [34].

Det er ikke mulig å gi generelle råd om håndtering av alle typer lavsvoveldrivstoff, da variasjonsbredden er for stor. Stivnepunkt og viskositet er sentrale parametere som en må kjenne til, men også andre egenskaper spiller inn når det gjelder hvilke tiltak som er best egnet. I praksis har dette gjort fagfeltet beredskap mot akutt oljeforurensning mer utfordrende [35]. Når det gjelder miljøpåvirkning, er sjøfugl og andre arter som oppholder seg på og nær sjøoverflaten, samt strandhabitater, mest utsatt.

Personrisiko ved utslipp av lavsvoveldrivstoff

Flammepunkt på diesel ligger over 60 grader, som gjør at sannsynligheten for antenning er liten, og den er mindre eksplosjonsfarlig sammenlignet med bensin. LSFO har ganske like egenskaper som ordinær diesel når det gjelder brannrisiko, og har flammepunkt 60 °C eller høyere. Tilsvarende som ved diesel er akutte symptomer og virkninger ved eksponering; hodepine, svimmelhet og andre virkninger på sentralnervesystemet.

7.1.7 Batterier

Miljø- og personskadeeffekt ved utslipp av kjemikalier fra batterier

Den største risikoen ved bruk av litumbatterier er ukontrollert varmeutvikling ("thermal runaway") som igjen kan føre til brann. Omfanget av en hendelse har mulighet for å øke ved sammenkobling av flere battericeller, som følge av intensivert varmeutvikling ved påvirkning av flere celler. Denne risikofaktoren er spesielt relevant for skipsfart på grunn av størrelsen til batteriene. Skade/feil på batterier kan også føre til utslipp av eksplosive gasser, spesielt når vann er involvert. Vann kan reagere med litium og produsere brennbar hydrogengass [36].

Gitt en hendelse ombord på fartøy, er det i første rekke mannskapet som er i fare, grunnet kraftig varmeutvikling og faren for brann og eksplosjon.

På miljösidan forventes lokale effekter gitt at battericellene ender opp i det marine miljø, i form av økt pH i vannmassen i en kortere periode som følge av nedbrytning av hydrogengass i vannsøylen og som fysisk forurensning på havbunnen.

7.2 Sammenstilling av miljøpåvirkning- og konsekvens

Av de nye drivstofftypene som er omhandlet i dette kapitlet er miljøpåvirkningen i forbindelse med et utslipp ansett å være lokal, unntaket er lavsvoveldrivstoff og til en viss grad biodiesel. Dette er avhengig av stoffenes egenskaper kombinert med mengder, spredning, nedbrytning/forvitring og miljøets/økosystemenes sårbarhet. For de andre kildene er det fortrinnsvis miljøpåvirkning i forbindelse med brann og eksplosjon (kvelning) og nedkjøling for naturressurser innenfor spredningsområdet. I tillegg er levetiden kort. Unntaket er ammoniakk hvor nedblanding i vannsøylen kan føre til økt giftighet for marine organismer, så vel som forhøyet pH-verdi.

En utslippshendelse langs kysten, gjerne i skjermede områder, anses som mer kritisk enn på åpent hav. I drøftelsen er det ikke gjort vurderinger i forhold til eksakte utslippsvolum. Det påpekes derfor at økt utslippsvolum, særlig for oljeproduktene, forventes å gi større miljøpåvirkning og -konsekvens.

I beredskapssammenheng er mekanisk oppsamling på sjøoverflaten kun relevant for oljeproduktene ettersom de øvrige væskene fordamper/nedblandes raskt. Angående marine batterier så er eventuelt fysisk fjerning fra havbunnen et relevant tiltak.

7.3 Sammenstilling av personrisiko

Sikkerhetsrisikoen for nye typer drivstoff er knyttet til de fysiske og kjemiske egenskapene til produktene. I 2022 laget DNV en rapport i samarbeidsprosjektet «Nordisk veikart», som sammenstilte alternative drivstoffers ulike egenskaper og sikkerhetsaspekter. Figur 7-1 er hentet fra rapporten og viser en oppsummering av sikkerhetsrisikoen knyttet til brennbarhetsegenskapene til metan, metanol, ammoniakk og hydrogen. Biodiesel og lavsvolvediesel er ikke med i denne oversikten, men har generelt betydelig lavere brann- og eksplosjonsfare når det brukes som drivstoff ombord. Generelt viser tabellen at brennbarhetsegenskapene og relaterte sikkerhetsrisikoer ved hydrogen er større (verre) enn metan, mens metanol og metan er sammenlignbare og ammoniakk er lavest. Merk at ammoniakk derimot har betydelig fare for forgiftning, som vises og sammenstilles med andre gasser i Figur 7-2. I tabellen vises også kokepunkt, tetthet, ekspansjonsrate ved overgang fra veske til gass, samt giftighet.

	Flashpoint (°C)	Flammability range (%vol. fraction)	Minimum ignition energy (mJ)	Auto-ignition temperature (°C)	Laminar burning velocity (m/s)
Methane	-*	5.3-17	0.274	537	0.37
Methanol	12	6-36.5	0.174	385	0.48
Ammonia	-*	15-28	40-170	650	0.07
Hydrogen	-*	4-77	0.017	585	2.7

*The gaseous fuels do not have a defined 'flashpoint' like the liquid fuels, but will instead transfer fully into gaseous form at ambient conditions, due to the low boiling temperatures.

Figur 7-1 Sammenstilling av egenskaper for ikke-ordinære drivstoff relatert til brann- og eksplosjonsrisiko.

	Normal boiling point (°C)	Density (kg/m ³)		Expansion ratio liquid NBP/gas NTP	Toxicity IDLH (ppm)
		(G,NBP)	(G,NTP)		
Methane	-162	1.819	0.6594	600	Asphyxiation
Methanol	64.9	-	1.11*	-	6000
Ammonia	-33.4	0.89**	0.610**	850	300
Hydrogen	-253	1.312	0.0827	847	Asphyxiation
G – gas L – liquid NTP – normal temperature and pressure NBP – normal boiling point IDLH – Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations specified by the United States National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) * Specific gravity of methanol vapour **Due to hygroscopic properties ammonia vapours reacts with moisture in air resulting in a density that is heavier than air.					

Figur 7-2 Sammenstilling av egenskaper for ikke-ordinære drivstoff relatert til lagring, utslipp og dispersjon.

9 REFERANSER

- /1/ Kystverket (2023) <https://aisyrisk.no/>
- /2/ IMO (2014) IMDG Code 2014, Amendment 37-14
- /3/ IMO (2007) Carriage of Dangerous Goods DSC. 1/Circ.54
- /4/ EU kjemikalieforordning (REACH), Annex XIII
http://www.reachonline.eu/REACH/EN/REACH_EN/articleXIII.html
- /5/ <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/straling/radioaktiv-forurensning/>
- /6/ <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/om-prioriterte-miljogifter/> Den Norske prioritetslista
- /7/ OSPAR Chemicals for Priority Action
www.ospar.org/content/content.asp?menu=00940304440000_000000_000000
- /8/ DNV GL (2015). Miljøfarlig, radioaktiv og eksplosjonsfarlig last og drivstoff. Rapportnr.: 2015-0367, Rev C.
- /9/ DNV GL (2014). Kunnskapsinnhenting – metylkvikksølv i sedimenter. Miljødirektoratet Rapport M-266.
- /10/ EU (2005). TETRACHLOROETHYLENE – Summary Risk Assessment Report. CAS No: 127-18-4, EINECS No: 204-825-9, Special Publication I.05.104.
- /11/ IAEA Guide to transport package labels and markings. <https://www.iaea.org/topics/transport>
- /12/ <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Sellafield-ends-nuclear-fuel-reprocessing-after-58>
- /13/ <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/hav-og-kyst/havindikatorer/norskehavet/forurensende-stoffer/radioaktiv-forurensning-i-sjovann-i-norskehavet/>
- /14/ Sylvia Frantzen , Stepan Boitsov (HI), Nina Dehnhard (NINA), Arne Duinker , Bjørn Einar Grøsvik (HI), Eldbjørg Heimstad (NILU), Dag Hjermann (NIVA), Henning Jensen (NGU), Louise Kiel Jensen (NP), Øystein Leiknes (Miljødirektoratet), Bente Nilsen (HI), Heli Routti (NP), Merete Schøyen (NIVA) og Hilde Kristin Skjerdal (DSA) (2022). Forurensning i de norske havområdene – Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen. Rapport fra Overvåkingsgruppen 2021. Rapportserie: Rapport fra havforskningen 2022-3, ISSN: 1893-4536, publisert 04.03.2022, Oppdatert: 21.06.2022.
- /15/ Dispersal of the radionuclide caesium-137 (137Cs) from point sources in the Barents and Norwegian Seas and its potential contamination of the Arctic marine food chain: coupling numerical ocean models with geographical fish distribution data. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22306959> og <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23771062>
- /16/ Strålevern Rapport (2006). Havariet av den russiske atomubåten K-159 og den norske atomberedskapsorganisasjonens håndtering av ulykken. <http://www.nrpa.no/dav/fa7569771a.pdf>
- /17/ Investigation into the radioecological status of the site of the sunken nuclear submarine K-159 in the Barents Sea. Results from the 2014 research cruise. Edited by Justin P Gwynn & Vyacheslav I. Shpinkov.
https://dsa.no/sok/_attachment/inline/a162b6a9-8f82-4fab-b7f6-8735c9a8fb5a:80ce0e8f8aff8bc3d8414e175aacd91c22cefeb/JointRussian_BarentsSea_report.pdf
- /18/ <https://www.hi.no/hi/nyheter/2019/juli/forskerne-avdekket-lekkasje-fra-komsomolets>
- /19/ Arctic Council EPPR, 2021. "EPPR Consensus Report: Radiological / nuclear risk assessment in the Arctic". Arctic Council Emergency Prevention, Preparedness and Response (EPPR) Working Group. Tromsø, Norway.
- /20/ Strålevern Rapport (2005). Natural radioactivity in produced water from the Norwegian oil and gas industry in 2003. <http://www.nrpa.no/dav/e7f4016993.pdf>
- /21/ IMO (2007) INF Code.

- /22/ Kass m.fl. (2021) Spill Behavior, Detection, and Mitigation for Emerging Nontraditional Marine Fuels
- /23/ Levit, S.M., 2010. A Literature Review of Effects of Ammonia on Fish. For The Nature Conservancy by Center for Science in Public Participation, Bozeman, Montana, USA, November 2010, 12 pages
- /24/ Dawson, L., Ware, J., and Vest, L., 2022. Ammonia as a s Shipping Fuel: Impacts of large spill scenarios. Environmental Assessment Report.
- /25/ Katsumata, P. T., and Kastenber, W. E. 1996. "Fate and Transport of Methanol Fuel from Spills and Leaks." Hazardous Waste and Hazardous Materials 13 (4), 485–498.
- /26/ Biomass Magazine. 2020. "ExxonMobil Completes Successful Trial of its Marine Biofuel Oil." <http://biomassmagazine.com/articles/17365/exxonmobil-completes-successful-trial-of-its-marine-biofuel-oil>.
- /27/ Maersk. 2019. "Maersk Partners with Global Companies to Trial Biofuel." <https://www.maersk.com/news/articles/2019/03/22/maersk-partners-with-global-companies-to-trial-biofuel>
- /28/ Kimble, J. 2016. "Biofuels and Emerging Issues for Emergency Responders: An Introduction to Basic Response Guides and Case Study Examples from Biofuel Spills." US Environmental Protection Agency Region 5.
- /29/ Demirbas, A. 2008. "Biodegradability of Biodiesel and Petrodiesel Fuels." Energy Sources Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects 31 (2), 169–174. doi:10.1080/15567030701521809.
- /30/ Witcofski, R. D., and Chirivella, J. E. 1984. "Experimental and Analytical Analyses of the Mechanisms Governing the Dispersion of Flammable Clouds Formed by Liquid Hydrogen Spills." International Journal of Hydrogen Energy 9 (5), 423–435.
- /31/ Thyer, A. M. 2003. "A Review of Data on Spreading and Vaporization of Cryogenic Liquid Spills." Journal of Hazardous Materials A99, 31–40.
- /32/ Luketa, A., Hightower, M. M., and Attaway, S. 2008. "Breach and Safety Analysis of Spills Over Water from Large Liquefied Natural Gas Carriers." SAND2008-3153. Sandia National Laboratories.
- /33/ Sørheim, K.R., Daling, P.S., Cooper, D., Bust, I., Faksness, L-G, Altin, D., Pettersen, T.A., Bakken, O.M., 2020. Characterization of Low Sulfur Fuel Oils (LSFO) – A new generation of marine fuel oils. Report No.: OC2020 A-050, ver.: 3.1, date: 2020-07-10.
- /34/ Øksenvåg, J.H.C., Pettersen, T.-A. & Leirvik, F., 2021. Ultra Low Sulphur Fuel Oils (ULSFOs) interactions with shoreline. Report. No.: OC2021 A-041, 56 pages + Appendices.
- /35/ Kystverket, 2022. Sannsynligheten for akutt forurensning fra skip i norske havområder og ny kunnskap om lavsvovel-drivstoffenes grunnleggende egenskaper. <https://www.kystverket.no/globalassets/oljevern-og-miljoberedskap/kunnskapsdatabase/utredninganalyse/sannsynlighet-og-utslippsrisiko-2022.pdf/download>
- /36/ Gardner, Elliot, 2018. Lithium-ion batteries: a new safety issue for ships? - Ship Technology Global | Issue 56 | July 2018 (nridigi tal.com)
- /37/ Strålevern Rapport (2015). Inventory and source term evaluation of the dumped nuclear submarine K-27.
- /38/ SINTEF (2023) Ammoniakk: Fra rengjøringsmiddel til maritimt drivstoff
- /39/ DNV (2023) Ammonia as a marine fuel – Safety handbook
- /40/ Arbeidstilsynet (2012) Grunnlag for fastsettelse av administrativ norm - Grunnlagsdokument for ammoniakk (NH3)

- /41/ DNV (2021) Handbook for hydrogen-fuelled vessels
- /42/ Hydrogen - Wikipedia
- /43/ RISE (2020) Fra bensinstasjon til energistasjon: Endring av brann- og eksplosjonssikkerhet
- /44/ Store Norske Leksikon – Metanol: <https://snl.no/metanol>
- /45/ Oslo Universitetssykehus - Metanol
- /46/ Sikkerhetsblad – Metanol: https://no.vwr.com/assetsvc/asset/no_NO/id/7668343/contents
- /47/ DNV (2018) Analyse av tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr.: 2018-0181, Rev. 2. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M1027/M1027.pdf>
- /48/ Tradewinds (2023) Methanol dominates as alternative fuel of choice for July's newbuildings. <https://www.tradewindsnews.com/gas/methanol-dominates-as-alternative-fuel-of-choice-for-july-s-newbuildings/2-1-1495733>
- /49/ DNV (2020) Using biodiesel in marine diesel engines: new fuels, new challenges
<https://www.dnv.com/news/using-biodiesel-in-marine-diesel-engines-new-fuels-new-challenges-186705>
- /50/ Sikkerhetsdatablad Biodiesel B100
- /51/ Barents NaturGass (2023) Miljø: <https://barentsnaturgass.no/miljofordeler/>
- /52/ DNV (2022) Fuel properties and their consequences for safety and operability. DNV Report nr. 2022-1163.
- /53/ Jaszczak E, Polkowska Ż, Narkowicz S, Namieśnik J. 2017. Cyanides in the environment-analysis-problems and challenges. Environmental Science and Pollution Research. doi: 10.1007/s11356-017-9081-7.
- /54/ Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2006. Toxicological profile for Cyanide. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp8-c6.pdf>
- /55/ Devi, P. (2021). Hydrogen cyanide: Risk assessment, environmental, and health hazard. In *Hazardous Gases* (pp. 183-195). Academic Press.
- /56/ Wismer, T. (2009). *CHAPTER 47 - Chemical Warfare Agents and Risks to Animal Health*. Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents, Academic Press. p 721-738. ISBN 9780123744845.
<https://doi.org/10.1016/B978-012374484-5.00047-X>
- /57/ Australian & New Zealand Guidelines for fresh & marine water quality. 2000. Cyanide in freshwater and marine water. <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/cyanide-2000>
- /58/ Redman, A. and Santore, R. (2012), Bioavailability of cyanide and metal–cyanide mixtures to aquatic life. Environmental Toxicology and Chemistry, 31: 1774-1780. <https://doi.org/10.1002/etc.1906>
- /59/ Cowi. 2022. Miljøriskovurdering av utslipp av hypokloritt offshore petroleumsvirksomhet.
<https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/januar/miljorisikovuurdering-av-utslipp-av-hypokloritt-offshore-petroleumsvirksomhet/>
- /60/ Botz, M. M. (2001). Overview of cyanide treatment methods. *Mining Environmental Management, Mining Journal Ltd., London, UK*, 28-30.

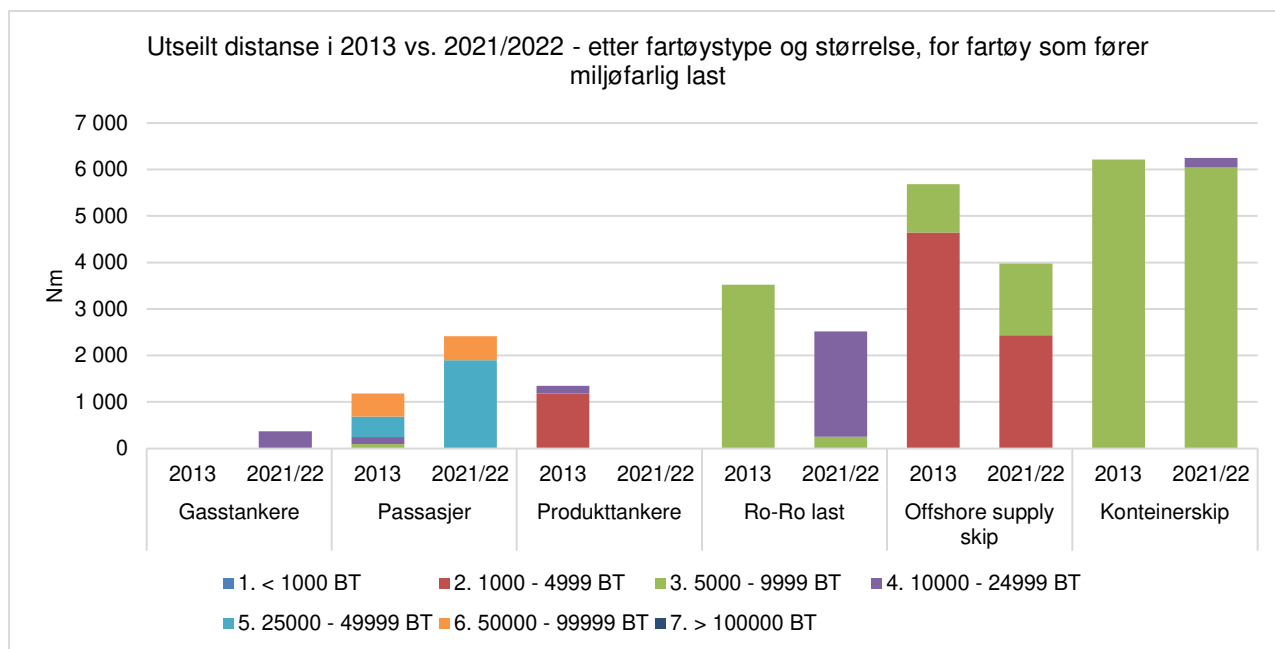
- /61/ Casarett, L.J & Doull, J. (2019). *Toxicology. The basic science of poisons (9th edition)*. McGraw-Hill Education.
- /62/ Kofstad, Per K.; Pedersen, Bjørn. 2023. *strontium*. <https://snl.no/strontium>
- /63/ Kystverket (2022). Dimensjonering av statens beredskap mot akutt forurensning; Beredskapsanalyse, 2022. <https://www.kystverket.no/oljevern-og-miljoberedskap/rapporter-og-dokumenter/>

VEDLEGG A

Utseilt distanse fordelt på fartøystyper (2013 vs. 2021/2022)

A.1 Spesielt miljøfarlig last (annet enn olje)

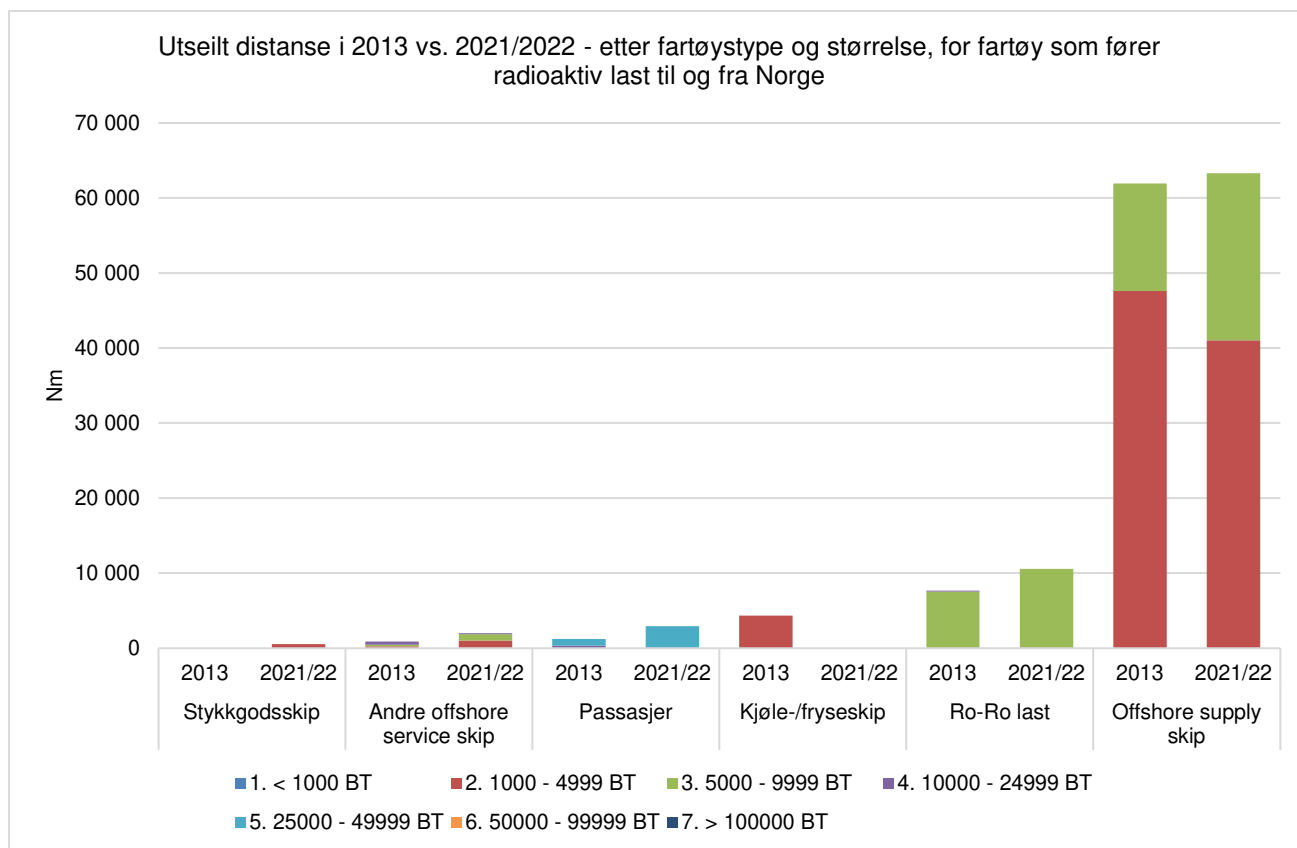
Figur A-1 viser utseilt distanse i 2013 /8/ sammenlignet med dagens resultater på utseilt distanse for ett år (2021/2022) for fartøy som fører miljøfarlig last i norske farvann. Fremstillingen av resultatene inkluderer kun topp fem fartøystyper (sortert etter utseilt distanse) i 2013 og i 2021/2022.



Figur A-1 Utseilt distanse (nm) i 2013 vs. 2021/2022, for fartøy som fører miljøfarlig last i norske farvann, etter fartøystype og størrelse.

A.2 Radioaktiv last og drivstoff

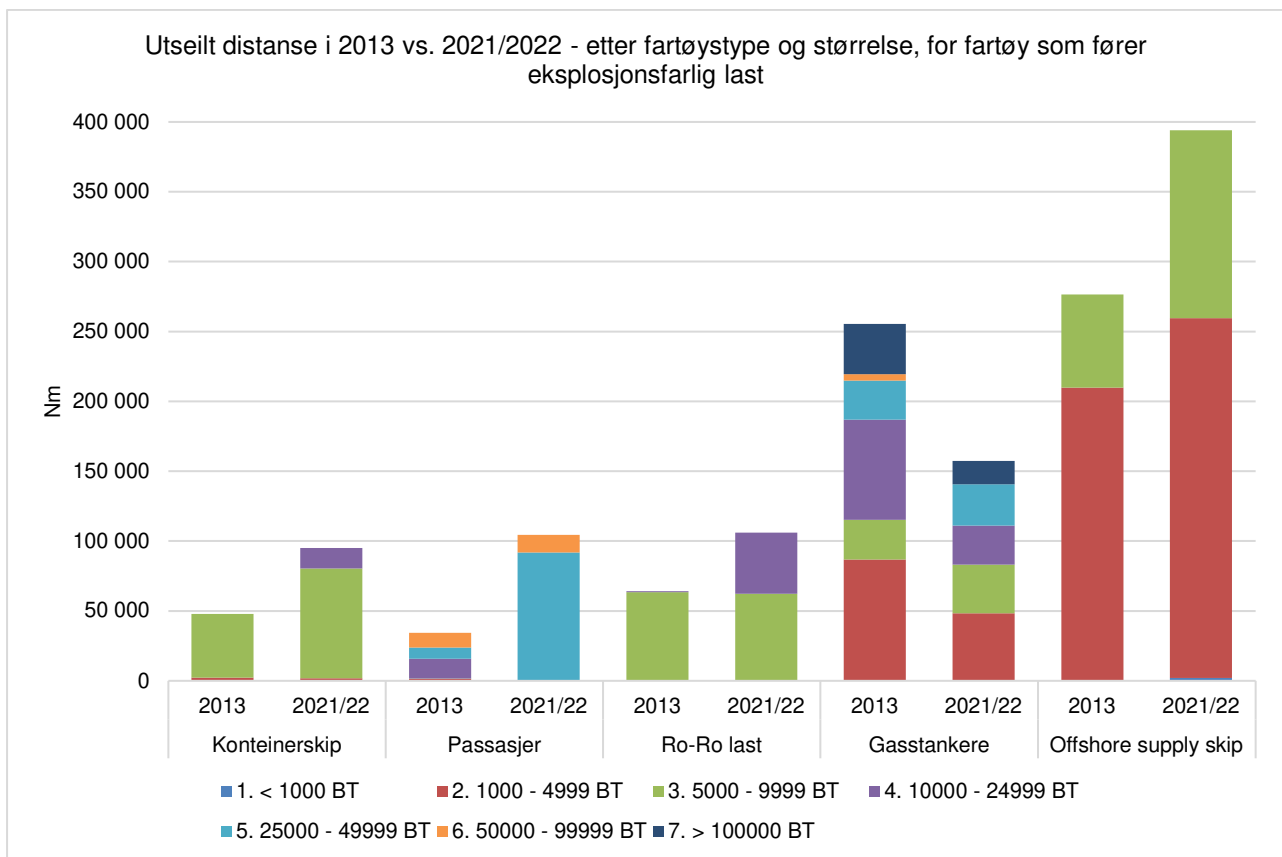
Figur A-2 viser utseilt distanse i 2013 /8/ sammenlignet med dagens resultater på utseilt distanse for ett år (2021/2022) for fartøy som fører radioaktiv last (IMDG klasse 7) til og fra Norge. Fremstillingen av resultatene inkluderer kun topp fem fartøystyper (sortert etter utseilt distanse) i 2013 og i 2021/2022.



Figur A-2 Utseilt distanse (nm) i 2013 vs. 2021/2022, for fartøy som fører radioaktiv last (IMDG klasse 7) til og fra Norge, etter fartøystype og størrelse.

A.3 Eksplosjonsfarlig last og drivstoff

Figur A-3 viser utseilt distanse i 2013 /8/ sammenlignet med dagens resultater på utseilt distanse for ett år (2021/2022) for fartøy som fører eksplosjonsfarlig last (IMDG klasse 1, 2 og 5) i norske farvann. Fremstillingen av resultatene inkluderer kun topp fem fartøystyper (sortert etter utseilt distanse) i 2013 og i 2021/2022.



Figur A-3 Utseilt distanse (nm) i 2013 vs. 2021/2022, for fartøy som fører radioaktiv last (IMDG klasse 7) til og fra Norge, etter fartøystype og størrelse.

Om DNV

Vi er et globalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering med tilstedeværelse i over 100 land. Vårt formål er å sikre liv, verdier og miljøet. Med vår unike tekniske ekspertise og uavhengighet bistår vi våre kunder med å forbedre sikkerhet, effektivitet og bærekraft.

Enten vi godkjenner et nytt skipsdesign, optimerer energiproduksjonen fra en vindmøllepark, analyserer sensordata fra en gassrørledning eller sertifiserer verdikjeden til en matprodusent, hjelper vi våre kunder med å ta gode og riktige beslutninger og øke tilliten til virksomheten, produktene og tjenestene deres. Verden er i endring. Vi kan påvirke utviklingen. Sammen skal vi takle de globale utfordringene og omstillingene vi vil møte.

SJØSIKKERHETSANALYSEN 2022

Risikoreduserende effekt av sjøsikkerhetstiltak

Kystverket

Rapport Nr.: 2023-0474 , Rev. 0

Dato: 2023-10-25



Avrop Nr. Sjøsikkerhetsanalysen 2022
 Rapporttittel: Risikoreduserende effekt av sjøsikkerhetstiltak
 Oppdragsgiver: Kystverket
 Kontaktperson: Trond Langemyr
 Dato: 2023-10-25
 Prosjektnr.: 10360876
 Org. enhet: Safety, Risk & Reliability
 Revisjon Rev. 0

DNV AS Maritime, Safety Advisory
 Safety, Risk & Reliability
 Veritasveien 1, 1363 Høvik, Norway

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er): Rammeavtale Risikoanalyser 2020

Denne rapporten er en del av prosjektet «Sjøsikkerhetsanalysen 2022» og er utarbeidet for Kystverket. Formålet med Sjøsikkerhetsanalysen er å gi innspill til beslutningsgrunnlag de kommende årene for dimensjonering av den forebyggende sjøsikkerheten og prioritering mellom ulike typer sjøsikkerhetstiltak i ulike geografiske områder.

Denne rapporten inneholder en analyse av risikoreduserende effekter av sjøsikkerhetstiltak.

Utført av:

Verifisert av:

Godkjent av:

Hans Jørgen Johnsrud
Sjefskonsulent

Peter Nyegaard Hoffmann
Avdelingsleder

Øystein Goksøyr
Seksjonsleder

Henning Ødeby Karlsen
Konsulent

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV 2023. Alle rettigheter forbeholdes DNV. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning.

DNV distribusjon:

- ☒ ÅPEN. Fri distribusjon, internt og eksternt.
☐ INTERN. Fri distribusjon internt i DNV.
☐ KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste. *
☐ HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

*Distribusjonsliste:

Nøkkelord:

Risikoreduserende effekt, navigasjonsrisiko, skipstrafikk, grunnstøting og kollisjon

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
A	2023-04-14	Draft for kommentarer	HAJOH/HENKARL	KRUGER/PHOFF	
B	2023-08-07	Oppdatert basert på kommentarer	HAJOH	PHOFF	
C	2023-09-06	Oppdatert basert på kommentarer	HAJOH	PHOFF	
0	2023-10-25	Endelig versjon	HAJOH	PHOFF	OGOK

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG	4
1.1	Automatisk identifikasjonssystem (AIS)	4
1.2	Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)	5
1.3	Brovaktalarm (BNWAS)	6
1.4	Los og farledsbevis	6
1.5	VTS	7
1.6	Navigasjonsinnretninger (merketiltak)	8
1.7	E-navigasjon	9
1.8	Fjernstyrte operasjoner og autonome skip	10
1.9	Utdyping	10
1.10	Samlet effekt av tiltak	11
2	INTRODUKSJON	12
2.1	Bakgrunn	12
2.2	Formål	13
2.3	Omfang og avgrensninger	13
2.4	Forkortelser	14
3	OVERORDNET ANALYTISK TILNÆRMING	16
3.1	Metoder for å beregne risikoreduserende effekter	16
3.2	Årsaksmodellen	17
3.3	Ulykkesdatabasen	19
4	ANALYSE OG RESULTATER	20
4.1	Automatisk identifikasjonssystem (AIS)	20
4.2	Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)	25
4.3	Brovaktalarm (BNWAS)	29
4.4	Los og farledsbevis	34
4.5	Sjøtrafikksentraltjenesten (VTS)	41
4.6	Navigasjonsinnretninger	52
4.7	E-navigasjon	56
4.8	Fjernstyrte operasjoner og autonome skip	62
4.9	Utdyping	63
4.10	Samlet effekt av tiltak	63
5	REFERANSER.....	65
	VEDLEGG A: ANALYSE AV ULYKKESUTVIKLING I VTS-OMRÅDENE	68
	VEDLEGG B: ANALYSE AV EFFEKT AV MERKETILTAK.....	76
	VEDLEGG C: EFFEKT AV MERKETILTAK I NTP 2025-2036.....	77

1 SAMMENDRAG

DNV har på vegne av Kystverket gjennomført en analyse for å kvantifisere den risikoreduserende effekten av ulike sjøsikkerhetstiltak. Analysen beregner hvor stor andel av frekvensen, altså hyppigheten, for navigasjonsulykker som potensielt kan bli redusert dersom ulike tiltak innføres, både innenfor og utenfor Kystverkets portefølje av virkemidler.

Det er DNVs faglige vurderinger som ligger til grunn for analysen og resultatene. DNV og Kystverket har samarbeidet om inngangsdata og forståelsen av ulike tiltak, men det er DNV som har beregnet og estimert effektene, med unntak av effekten av los og farledsbevis (utført av Kystverket).

For å kunne se sammenhengen mellom tiltakene i Kystverkets portefølje og andre tiltak som har påvirket sjøsikkerheten i Norge de siste årene, er det også foretatt en analyse av noen utvalgte tiltak utenfor Kystverkets portefølje. Noen av de sentrale internasjonale tiltakene som er analysert er AIS, brovaktalarm og ECDIS. Det er også andre allerede implementerte tiltak som har påvirket sjøsikkerheten (eksempelvis ISM¹ og STCW²), men disse har vært mer utfordrende å analysere med utgangspunkt i norsk ulykkesstatistikk. Effekten av etablerte tiltak er viktig å belyse fordi de har vært med på å prege den generelle utviklingen innen sjøsikkerheten

1.1 Automatisk identifikasjonssystem (AIS)

AIS er hovedsakelig et antikollisjonsverktøy med formål å bedre situasjonsforståelsen og kommunikasjonen mellom skip. AIS identifiserer fartøy og gir detaljert fartøysinformasjon. I henhold til IMOs funksjonskrav skal AIS bidra til følgende:

- Være et uavhengig system for å unngå kollisjon.
- Bidra til at VTS kan overvåke trafikken, uavhengig av radar.
- Bidra til automatisk rapportering av statiske og dynamiske skipsdata mellom skip-skip og skip-land.

Etter hvert som store deler av broutrustningen i større grad har blitt digital, er det nå vanlig å kunne få inn AIS i samme display som radar eller ECDIS. AIS-mål vises på radarskjermen med samme symbolikk som de vises på ECDIS-skjermen. Dette brukes til å vurdere trafikkbildet og sikre seilassen, derav bidra til økt situasjonsforståelse for navigatøren. Særlig mangelfull situasjons—og risikoforståelse er en stor bidragsyter til navigasjonsulykker, hvor hele 15 % av ulykkene har forhold hvor denne årsaken er medvirkende.

Vi har et for tynt grunnlag til å si noe helt konkret om hvilken prosentvis risikoreduserende effekt AIS har hatt. Den ene referansestudien som er utført peker likevel mot en betydelig effekt, da det ble beregnet en reduksjon i ulykkeshyppighet for kollisjoner på 55 %. En stor usikkerhet må allikevel påpekes her da pålitelighet og validitet ikke er vurdert.

I tillegg har vi undersøkt om det er mulig å se noen effekt av implementering av AIS i norske farvann, ved å studere antall ulykker før og etter implementeringsåret. Resultatet fra den analysen antyder at AIS, sammen med andre tiltak, kan potensielt ha hatt en samlet effekt på 63 % for ulykkeshyppigheten av alvorlige kollisjoner i norske farvann.

Vi har valgt å sette 55 % som en øvre verdi, da «63 % beregningen» også inkluderer generelle trender og mulig andre tiltak, samt for å være på den konservative siden med hensyn på usikkerheten.

¹ Den internasjonale norm for sikkerhetsstyring (ISM)

² STCW-konvensjonen (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers)

Tabell 1-1 Reduksjon i ulykkeshyppighet med innføring av AIS.

Ulykkestype	Snittverdi (%)	Nedre verdi %	Øvre verdi %
Grunnstøting under motorkraft	-	-	-
Kollisjon (mellom skip)	-	-	55 %

1.2 Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)

Losutvalget skriver i deres rapport fra 2013 at elektroniske sjøkart og systemer for å presentere disse har blitt viktige hjelpemidler for navigatører, og regnes som et stort teknologisk fremskritt for sjøsikkerheten. ECDIS kombinerer elektroniske sjøkart med nøyaktig posisjonsangivelse og annen navigasjonsinformasjon fra skipets sensorer. Noen av de mest positive nytteaspektene ved ECDIS, sammenlignet med bruk av papirkart er; økt situasjonsforståelse, oppdaterte kart, kan varsle avvik (approach alarmer) ved grunnstøtingsfare, kan kobles med autopilot, radar og AIS. Introduksjon av nye standarder (S-100) gjør at det ligger til rette for presentasjon av en lang rekke ny og dynamisk informasjon for seilassen (eksempelvis tidevann, oseanografiske og meteorologiske data).

ECDIS kan positivt påvirke mange av de vesentlige årsaker til navigasjonsulykker, deriblant:

- Mangelfull situasjons—og risikoforståelse
- Mangelfull identifikasjon av fare og risikovurdering
- Mental/fysisk stress og kapasitet

Selv om ECDIS har klare risikogevinster følger det også med utfordringer. Sjøfartsdirektoratet har nylig beskrevet utfordringer med bruk av ECDIS-kart og ruteplanlegging. I en artikkel fra 2022 viser de til nylige erfaringer med uønskede hendelser, der brukerfeil av digitale kart eller misforståelser ved bruk av ECDIS har forårsaket, eller nesten ledet til, grunnstøtinger.

I analysen som ble foretatt i dette prosjektet ble det undersøkt om det er mulig å se noen effekt av implementering av ECDIS i norske farvann ved å studere antall grunnstøtingsulykker før og etter implementeringsåret. I analysen ble det valgt å benytte 2012 som implementeringsår, men det kan også argumenteres for at ECDIS kunne ha en effekt på sjøsikkerheten tidligere enn det. Avhengig av valg av implementeringsår (2012, 2000 og perioden 1990-2000 mot 2010-2020), gir dette en effekt på henholdsvis 44 %, 27 % og 63 %. Her kan det tolkes som at ECDIS, sammen med alle andre tiltak, potensielt kan ha hatt en samlet effekt på opp mot 44-63 % for ulykkeshyppigheten av alvorlige grunnstøtinger i norske farvann. Resultatene er imidlertid påvirket av generelle trender og andre tiltak under analyseperioden, og kan derfor ikke brukes som tallverdi for effekten av ECDIS isolert.

Det er ikke funnet andre nyere referansestudier siden Losutvalget, noe som gjør at estimatet på redusert grunnstøtingshyppighet fortsatt ligger i området 30-40 %.

Tabell 1-2 Reduksjon i ulykkeshyppighet med innføring av ECDIS.

Ulykkestype	Snittverdi (%)	Nedre verdi %	Øvre verdi %
Grunnstøting under motorkraft	35 %	30 %	40 %
Kollisjon (mellom skip)	-	-	-

1.3 Brovaktalarm (BNWAS)

Brovaktalarm (Bridge Navigation Watch Alarm System - BNWAS) er en teknisk innretning som registrerer aktivitet på skipsbroen og varsler hvis bevegelse ikke detekteres. Brovaktalarmen skal passe på at de som har vakt ikke skal sovne eller være for lenge borte. Brovaktalarmen skal aktiveres automatisk når skipet er underveis. Brovakt kan positivt påvirke følgende vesentlige årsaker til navigasjonsulykker:

- Utmatting på grunn av belastning og manglende hvile
- Opptatt av andre oppgaver eller problemer

Det må her nevnes at brovaktalarm er en «reaktiv» sikkerhetsbarriere, i den form at den ikke løser den egentlige utfordringen med manglende hvile og etterlevelse av vaktforskriften, men at det er en barriere som potensielt kan hindre at navigatør sovner og at fartøyet dermed grunnstøter.

Det har vært en positiv utvikling i Norge de siste årene, hvor vi har sett en nedgang i ulykker relatert til å sovne på vakt. I Sjøsikkerhetsanalysen 2014 var sovnet på vakt den dominerende underkategorien med 37%, men tallene for årsaksanalysen i 2022 viser en positiv trend med nedgang til 13 % i denne kategorien. Det er sannsynlig at denne nedgangen har sammenheng med at dette har vært et fokusområde, og brovaktalarm er eksempel på tiltak som er innført.

Selv om det er en positiv trend ser vi fortsatt indikasjoner på, gjennom ulykkesrapporter og AIS-analyser om hvordan fartøyer har beveget seg i forkant av en grunnstøting, at sovnet på vakt stadig er en dominerende årsak til ulykker i 2022. I estimatet på redusert kollisjon- og grunnstøtingsfrekvens tar vi utgangspunkt i 5 % fra referansestudien «BRISK prosjektet» (settes som nedre verdi). Ved å benytte snittene 10 år før og 10 år etter innføringsåret for brovaktalarm i norske farvann så vi en betydelig reduksjon i antall alvorlige ulykker. Hvor mye vi skal vekte denne analysen, ettersom den også tar inn generelle trender og effekter av andre tiltak, er vanskelig å si. Vi har valgt å vekte denne lavt grunnet høy usikkerhet, men at estimatet dras noe opp er allikevel rimelig å anta. Vi har derfor satt et estimat på 10 % for snitteverdi. En øvre verdi har vi ikke nok grunnlag for å si noe om her, annet enn den samlede effekten på 45 % på alvorlige ulykker som vist i kapittel 4.3.4.

Tabell 1-3 Reduksjon i ulykkeshyppighet med innføring av brovaktalarm.

Ulykkestype	Snittverdi (%)	Nedre verdi %	Øvre verdi %
Grunnstøting under motorkraft	10 %	5 %	-
Kollisjon (mellom skip)	10 %	5%	-

1.4 Los og farledsbevis

Los og farledsbevis sikrer en trygg seilas ved å sørge for at fartøy har tilstrekkelig farvannskompetanse om bord. Losplikten oppfylles ved å ta los eller bruk av farledsbevis. Noen av de viktige effektene av los er oppsummert under. Dette kommer i tillegg til den kompetansen som allerede er på skipsbroen.

- Brobesetningen får tilført ekstra kompetanse ved bruk av los (på grunn av størrelse, type last, farvannets beskaffenhet etc.), selv om de har kompetente navigatører ombord.
- Losen kommer inn som ekstra ressurs på broen, så lenge andre i brobesetninger opprettholder sin tilstedeværelse og plikter.
- Losen har bare én oppgave, mens en farledsbevisnavigatør har flere oppgaver.
- Losleksa og farvannskjennskap som losene har, i tillegg til oppdaterte kart.
- Losen kan påvirke eventuelt dårlig ledelse og kultur på broen, gjennom god BRM og tydelighet (få kontroll).

- Losen kan støtte brobesetning ved særskilte hendelser eller ulykker, og støtte med koordinering opp mot beredskapsressurser.

Farledsbevis utstedes av Kystverket og gir navigatører lov til å seile uten los i et spesifikt farvann. En bestått farledsbevisprøve sikrer at navigatøren har de nødvendige farvannskunnskaper for å gjennomføre en sikker seilas. Den viktigste effekten av farledsbevis er dermed kunnskap om farvannet, både gjennom dokumentert seilingserfaring og farledsbevisprøve.

Kvantifisering av effekten av los og farledsbevis er utført av Kystverket som del av Sjø sikkerhetsanalysen. DNV har vært med på validering av analysemetodikken. Grunnlaget for beregning av effekten i denne analysen er antagelsen om at mengden utseilt distanse mellom hver grunnstøting gir effektestimater. Analysen bruker utelukkende ulykkesdata for lasteskip, men her inngår også offshoreskip og arbeidsfartøy.

Resultatene under er hentet fra Kystverkets dokument «Virkning av Los og Farledsbevis - Kvantitativ effektanalyse» [17]. For detaljert beskrivelse av datagrunnlag, metodikken og validering henviser vi til nevnte dokument.

Tabell 1-4 viser resultatet av analysen. Den risikoreduserende effekten av los er beregnet til å være 29 %, mens den risikoreduserende effekten av los sammenlignet med farledsbevis er 21 %.

Tabell 1-4 Risikoreduserende effekt av los [17].

Virkemiddel	Risikoreduserende effekt	Risikoøkning ved bortfall
Los i forhold til referanse	29 %	41 %
Farledsbevisordning i forhold til referanse	11 %	12 %
Los i forhold til farledsbevis	21 %	26 %

1.5 VTS

Sjøtrafikksentraltjenesten (Vessel Traffic Service - VTS) er en internasjonalt standardisert tjeneste som bidrar til sikker og effektiv navigasjon og vern om miljøet i kystsonen. VTS bidrar til å redusere risiko ved å identifisere situasjoner som avviker fra normale seilas og avverge at de fører til ulykker, herunder:

- Støtte den nautiske beslutningsprosessen om bord ved å gi tidsriktig og relevant informasjon om forhold som kan påvirke et fartøys seilas, inkludert informasjon om:
- Overvåke og organisere skipstrafikk for å ivareta en trygg og effektiv trafikkflyt, inkludert:
- Reagere på situasjoner som avviker fra normale seilas, inkludert:

VTS samhandler med fartøy gjennom å gi informasjon og ved å utstede anbefalinger, advarsler og instruksjon som ansett nødvendig.

Effekt på grunnstøting

Som øvre verdi på reduksjon av grunnstøtingsfrekvens som følge av sjøtrafikksentraltjeneste er det estimert 40 %. Estimater begrunnes i følgende:

- Av referansestudiene i kapittel 4.5.6 ser vi at øvre effekt er estimert til 50 %. Men, i mange av studiene som har høye effektestimater er farvannets beskaffenhet imidlertid av en annen karakter (f.eks. UK, Nederland,

Danmark, USA og Australia), selv om det også er studier for farvann som er mer sammenlignbare (f.eks. Canada). Dette medfører at det potensielt kan være vanskeligere å oppnå disse effektene i norske farvann.

- Det bemerkes at tidligere analyser av Asplan Viak og TØI, før etablering av sjøtrafikksentraler i norske farvann, beregnet en forventet ulykkesredukerende effekt på mellom 10 og 30 %. Trafikksentralen for Oslofjorden ble estimert å redusere skipsulykker med 25-30 % for sitt område.
- Ved å benytte snittene 10 år før og 10 år etter innføringsåret, så vi i kapittel 4.5.5 at Horten og Fedje VTS fikk en reduksjon i antall ulykker i sine respektive tjenesteområder på rundt 50 %. Resultatet fra den analysen antyder dermed at VTS, sammen med andre tiltak, kan potensielt ha hatt en samlet effekt på 50 % for ulykkeshyppigheten. Resultatene er imidlertid påvirket av generelle trender og andre tiltak under analyseperioden, og derfor heftet med usikkerhet.

Som nedre verdi på reduksjon av grunnstøtingsfrekvens som følge av sjøtrafikksentraltjeneste er det estimert 10 %. Dette er samme verdi som ble brukt sist ettersom det ikke funnet nyere relevante referansestudier på dette.

Effekt på kollisjon

Et moment med VTS som ikke er belyst av referansestudiene i stor grad er effekten av styring og organisering av skipstrafikken. Organisering av fartøy underveis, herunder passeringsrekkefølge, vil kunne redusere kollisjon- og til dels grunnstøtingsrisikoen.

For kollisjonshendelser har vi ingen nyere eller relevante studier for norske farvann. I de fleste tidligere studiene som vi fant i litteratursøket så vi at estimatet på effekten for grunnstøting og kollisjon ofte var sammenfallende. Av mangel på data velger vi å støtte oss på litteraturstudien, og estimerer effekten av VTS på kollisjon lik som grunnstøting. Tilsvarende fremgangsmåte ble også brukt i Sjøsikkerhetsanalysen 2014. Effekten av trafikkorganisering på kollisjon blir dermed 25 % (som snitt), som er en betydelig reduksjon i ulykkeshyppighet. Grunnet stor usikkerhet på effekten av kollisjon (her vektet like høyt som grunnstøting), har vi ikke justert effekten på grunnstøting videre opp som følge av trafikkorganisering.

Tabell 1-5 Forventet reduksjon i ulykkeshyppighet med innføring av VTS.

Ulykkestype	Snittverdi (%)	Nedre verdi %	Øvre verdi %
Grunnstøting under motorkraft	25 %	10 %	40 %
Kollisjon (mellom skip)	25 %	10 %	40 %

Kystverket jobber også med å utvikle og teste adferdsanalyseverktøy for bruk i trafikkentraltjenesten. I Sjøsikkerhetsanalysen er dette håndtert som et separat tiltak. Formålet er å støtte trafikklederne, og detektere og varsle situasjoner raskere enn det et menneske klarer.

1.6 Navigasjonsinnretninger (merketiltak)

Navigasjonsinnretninger er hjelpemidler for posisjonsbestemmelse og sikker navigasjon i farleden og kystfarvannet. Kystverket opererer et større antall slike innretninger. For Kystverket er det ikke et mål å merke enhver fare eller hindring for sjøtrafikken, men å sørge for en hensiktsmessig veiledning basert på brukerbehov, god praksis og vurdering av risiko.

Det har vært navigasjonsinnretninger langs norskekysten i over 1000 år, og spesielt på 1800-tallet ble mange fyr opprettet og mange merker satt opp. Utviklingen av navigasjonsinfrastrukturen har gått i retning av forbedret driftssikkerhet, bedre synlighet for trafikken og en mer intuitiv merking. Et eksempel er hurtigbåtmerke med Indirekte

belysning (HIB). Selv om dette er oppmerking som i første rekke er tiltenkt og tilpasset hurtiggående passasjerfartøy, er tiltaket også nyttig for annen nytte trafikk. Merketiltak har sammen med los-ordningen vært en av grunnpilarene for navigasjon langs norskekysten.

I interessentanalysen i forrige sjøsikkerhetsanalyse i 2014 ble merketiltak vurdert å være det mest effektive tiltaket for reduksjoner i grunnstøtinger. Selv om vi i dag ser indikasjoner på at det foregår mer elektronisk navigasjon, går det frem av interessentanalysen for 2022 at det fortsatt er navigasjonsinnretninger, farledsutbedringer og sjømerker som i snitt rangeres høyest av Kystverkets eksisterende virkemidler.

I Kystverkets forslag til prioritering av ressurs-bruk i perioden 2022-2033 står videre samfunnsoppdraget med navigasjonsinnretninger tydelig beskrevet. Merkesystemet skal være en selvstendig og robust tjeneste som skal kunne tjene som hovedsystem for veiledning til navigasjon i norske farvann. Kystverkets infrastruktur skal også være robust mot et eventuelt bortfall av globale satellittsystemer for navigasjon (GNSS).

Det er blitt gjennomført en analyse som ser på antall ulykker før og etter implementering av navigasjonsinnretninger i fire spesifikke områder. Disse områdene ble imidlertid utbedret i nyere tid, og vi har derfor ikke tilstrekkelig med ulykkesdata etter gjennomføringen. Det er også generelt lavt antall ulykker for disse områdene, og dermed ikke ansett å gi et pålitelig statistisk grunnlag for ulykkesdata.

I eksisterende metodikk for farledsanalyser for Kystverket er det brukt en øvre teoretisk verdi på reduksjon i ulykkeshyppighet for merketiltak på 58 %. Metodikken som lå til grunn for dette estimatet var basert på ekspertvurdering, og øvre verdi var ment for farvann som ble oppgradert fra en før-situasjon med særdeles dårlig/ingen merking. I de kvantitative risikoanalysene for farledstiltak i kommende NTP (2025-2036) er det imidlertid ingen farleder som oppnår maksimal effekt. Effektestimatene spenner fra 1,7 % og opp til maksimalt 15 %. Gjennomsnittlig effekt av merketiltak for disse farledsprosjektene er 6,4 %.

Ved bruk av årsaksmodellen ble det sett på hvilke årsaksfaktorer som merketiltak kan påvirke. Det ble beregnet en reduksjon i ulykkeshyppighet på rundt 10 %, som ligger innenfor spennet fra 1,7 til 15 % nevnt ovenfor.

Tabell 1-6 Forventet reduksjon i ulykkeshyppighet med merketiltak

Ulykkestype	Snittverdi (%) ³	Nedre verdi %	Øvre verdi %
Grunnstøting under motorkraft	6,4 %	1,7 %	58 %
Kollisjon (mellom skip)		Negl.	Negl.

1.7 E-navigasjon

E-navigasjon er en global strategi utviklet av IMO for å legge til rette for digitalisering og automatisert utveksling av informasjon mellom skip og mellom skip og myndigheter. Initiativet ble satt på dagsorden etter at mange skipsulykker kunne relateres til menneskelige feil. Mangel på standarder og koordinering av digitalisering i maritim sektor var identifisert som noen av de bakenforliggende årsaker.

E-navigasjon inneholder fem hovedløsninger som ser på:

- S1: Forbedret, harmonisert og brukervennlig brodesign
- S2: Standardisert og automatisk skipsrapportering
- S3: Forbedret pålitelighet, fleksibilitet og integritet av broutstyr og navigasjonsinformasjon
- S4: Integrering og presentasjon av tilgjengelig informasjon i grafiske skjermer som mottas via kommunikasjonsutstyr

³ Basert på beregnet merkeeffekter for farleder i kommende NTP 2025-2036

- S5: Forbedret kommunikasjon av landbaserte sjøtrafikksentraltjenester

Det er et mål at konseptet skal redusere muligheten for menneskelige feil, og dermed gi bedre sjøsikkerhet, lavere miljørisiko og legge til rette for mer effektive arbeidsmetoder og kommunikasjon mellom skip og land. I motsetning til mange av de andre sjøsikkerhetstiltakene, så antas det at e-navigasjon innføres over en lang tidsperiode og at samtidig så vil tjenestene (herunder MSP) måtte utvikles gradvis over tid for å nærme seg virkningspotensialene som har vært analysert i de neste kapitlene. Standardene for mange av tjenestene under MSP er ikke påbegynt, og tjenestene, og standardene, vil forbedres kontinuerlig basert på tjenesteleverandørenes evne til å levere bedre tjenester over tid. Frem til nå er det ikke noe krav om innføring eller bærepplikt for e-navigasjon, og innføringen nå skjer i form av generell flåtefornyelse og oppdatering av systemer

Det er foretatt en forenklet analyse for å få et estimat på samlet risikoreduserende effekt av e-navigasjon ved å bruke årsaksmodellen. Det må påpekes at dette er en grov-analyse og verdiene må anses som et øvre estimat på redusert ulykkeshyppighet. Estimater som er beregnet her gir kun en overordnet indikasjon på effekten til bruk i risikomodellering for sjøsikkerhetsanalysen frem til 2060. Samlet for alle fem hovedløsninger (S1-S5) får vi da en total effekt på rundt 11 %.

1.8 Fjernstyrte operasjoner og autonome skip

Autonome skip kan potensielt gjøre skipsfarten tryggere, både ved å redusere årsaker til ulykker som forårsakes av menneskelige feil, og redusere antall mannskap ombord, som igjen kan redusere antall eksponerte i ulykker. Det er en utbredt oppfatning at menneskelig feilhandling står for en betydelig andel av ulykker til sjøs.

En studie av Vos, J et.al, presentert i en artikkel fra 2021, konkluderer med at det ikke finnes noen studier som har kvantifisert hvor stor prosentandel av ulykkene som kan forhindres med autonome skip. Det pekes på at vanskeligheten med å estimere reduksjonen kan delvis tilskrives at en ulykke ofte ikke er et resultat av bare menneskelig feil, men en kombinasjon av flere årsaker. Det er også uklart hvilken del av de rapporterte menneskelige feilene som faktisk kan løses av et autonomt system.

I en tenkt fremtid hvor skipsfarten potensielt domineres av autonome skip kan ulykkeshyppigheten i beste fall være vesentlig redusert, men at andre risikoelementer kan være mer fremtredende; som softwareoppdateringer, systemintegrasjon, beregningsalgoritmer og feilkoding, manglende verifikasjon, samt samhandling med ikke-autonome skip. Sistnevnte må her fremheves, da det i uoverskuelig fremtid vil være snakk om sameksistens mellom autonome og konvensjonelle fartøy.

Kystverket bidrar allerede til å gjøre Norge til en ledende nasjon i utprøvingen av autonome løsninger for sjøtransport gjennom å være med på forskning, samt legge til rette for testområder for autonome fartøy. Sjøfartsdirektoratet og Kystverket godkjente nylig sjøområdet Sletta, Smedasundet og Karmsundet som nå blir nye testområder for fjernstyrte teknologier og autonome fartøy i Norge. Trondheimsfjorden, Storfjorden på Sunnmøre og Horten er allerede etablert som testområder.

1.9 Utdyping

Fysiske farledstiltak innebærer å sprengte bort grunner, fjerne skipsvrakforlis eller mudre. Hensikten er å gjøre farledene mer sikre ved å fjerne grunnstøtingsfarer og/eller å øke fremkommeligheten. Økt fremkommelighet skjer ved at farledenes kapasitet øker slik at større fartøyer kan ferdes der. Effekten av tiltaket må vurderes i hvert enkelt tilfelle ved hjelp av en risikovurdering av trafikk, seilingsmønster og dybdeforhold i det enkelte området, samt at tiltaket må sees i sammenheng med kapasitetsrestriksjoner.

En bredere farled kan også være med på å redusere kollisjonsrisikoen, og åpne opp for muligheten for å benytte separate fartøysløp. Fysiske farledstiltak som utdyping og mudring kan imidlertid bidra til økt trafikk, både med antall passeringer og større fartøy, som igjen kan øke totalrisikoen. Dersom slike negative virkninger identifiseres, må avbøtende tiltak vurderes.

Det er ikke funnet noen referansestudier som kvantifiserer den risikoreducerende effekten av å utbedre farleder.

1.10 Samlet effekt av tiltak

Det er foretatt en kortfattet kvalitativ vurdering av samlet effekt av sjøsikkerhetstiltakene som ligger innenfor Kystverkets portefølje. Internasjonale IMO-tiltak som AIS, brovaktalarm og ECDIS er allerede gjennomført og må hensyntas når en vurderer effekten av nye tiltak. Effekten av sjøsikkerhetstiltakene som er beregnet kan i utgangspunktet kun adderes dersom det ikke er avhengigheter eller om det er risikoreduksjoner i et tiltak som påvirker samme årsaksforhold i et annet tiltak. I rapporten risiko 2060, som er en delleveranse i Sjøikkerhetsanalysen, er det gjennomført en kvantitativ analyse der det er beregnet samlet effekt av besluttede og mulige fremtidige tiltak frem mot år 2060. For ytterligere detaljer rundt disse beregningene henviser vi til nevnte rapport.

2 INTRODUKSJON

DNV har på vegne av Kystverket gjennomført en analyse for å kvantifisere den risikoreduserende effekten av ulike sjøsikkerhetstiltak. Analysen beregner hvor stor andel av frekvensen, altså hyppigheten, for navigasjonsulykker som potensielt kan bli redusert dersom ulike tiltak innføres, både innenfor og utenfor Kystverkets portefølje av virkemidler.

Rapporten inngår som en del av prosjektet Sjøsikkerhetsanalysen 2022, som har fokus på den forebyggende sjøsikkerheten i norske farvann. Forebyggende sjøsikkerhetstiltak skal redusere sannsynligheten for ulykker til sjøs, og beskytte samfunnet mot hendelser som kan føre til tap av liv, miljømessige skader og økonomiske konsekvenser.

Sjøsikkerhetstiltak vil også kunne bidra til mer effektiv og miljøvennlig sjøtransport. Dette er gevinster som ikke er kvantifisert i denne analysen, men antas å gi effekt over tid.

DNV har tidligere belyst effekter av sjøsikkerhetstiltak i utredninger som ble forelagt for Losutvalget i 2012 og senest i Sjøsikkerhetsanalysen 2014. Denne rapporten vil derfor samle eksisterende relevante bakgrunnsrapporter og samtidig presentere nye studier og analyser. De eldste studiene, som tidligere ble referert til om effekter av sjøsikkerhetstiltak fra 70- og 80-tallet, er luket ut av denne analysen. Dette er fordi det har vært en teknologi- og modenhetsutvikling innen sikkerhetsstyring, samt andre tiltak som er innført innen sjøfarten, som gjør at disse studiene nå anses som utdaterte.

Kystverket har vært klar på at analysen skal stå på egne ben, det vil si ikke være avhengig eller påvirket av tidligere analyser. Det må også poengteres at det er DNVs upartiske faglige vurderinger som ligger til grunn for analysen og resultatene. DNV og Kystverket har samarbeidet om inngangsdata og forståelsen av ulike tiltak, samt deres virkninger. Dette har vært diskutert gjennom en rekke arbeidsmøter.

Andre analyser som er utført som del av prosjektet Sjøsikkerhetsanalysen 2022, og som referert til i denne analysen, er listet under:

- Interessentanalysen – DNV (2023) Interessentanalyse for innspill til forebyggende sjøsikkerhetstiltak. Rapportnr.: 2022-1160.
- Ulykkesanalysen – DNV (2023) Statistikk over navigasjonsulykker med fartøy i norske farvann. Rapport Nr.: 2023-0335
- Årsaksanalysen – DNV (2022) Årsaksanalyse av grunnstøtinger og kollisjoner i norsk farvann. Rapport Nr.: 2022-1236. Oppdatert i rapport: DNV (2023) Årsaksanalyse for ulykker med los og farledsbevis. Rapport Nr.: 2023-0259.

Tidligere rapporter som er utarbeidet og referert til er listet under:

- Utredninger for Losutvalget - DNV (2013) Analyse av skipstrafikk, ulykkesstatistikk, los relaterte aktiviteter og sjøsikkerhetstiltak. Rapport nr.2012-1479
- Sjøsikkerhetsanalysen 2014 – DNV (2014) Samlerapport (syntese) med tekniske bakgrunnsrapporter (interessentanalyse, årsaksanalyse, sannsynlighetsanalyse og effektanalyse).

2.1 Bakgrunn

I 2014 utførte DNV Sjøsikkerhetsanalysen 2014 på oppdrag fra Kystverket. Sjøsikkerhetsanalysen utgjorde en viktig del av grunnlaget for stortingsmeldingen om forebyggende sjøsikkerhet og beredskap mot akutt forurensning (Meld. St. 35 2015–2016), og inngår i dag i Kystverkets kunnskapsgrunnlag for sjøsikkerheten i norske farvann.

På grunn av den lange tiden som er gått siden analysen ble ferdigstilt, og på grunn av behovet for gode forberedelser for arbeidet i Kystverket frem mot Nasjonal transportplan 2026-2037, er det behov for å revidere denne kunnskapen gjennom å revidere deler av Sjøsikkerhetsanalysen 2014.

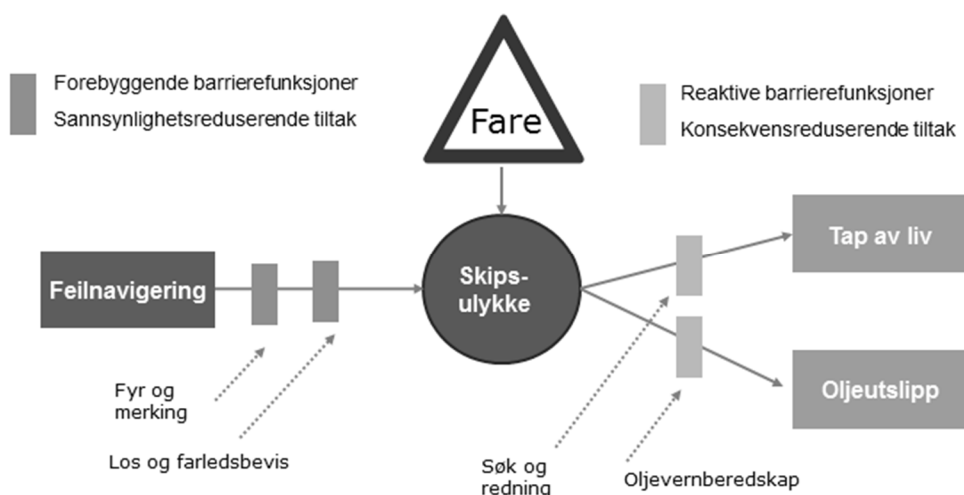
2.2 Formål

Formålet med analysen har vært å kvantifisere hvilken risikoreduserende effekt ulike sjøsikkerhetstiltak (tiltak) har, og har hatt, på frekvensen for grunnstøting- og kollisjonsulykker. Resultatet gis som prosentvis reduksjon av ulykker, eksempelvis; tiltak 'A' vil redusere antall grunnstøtingsulykker per år med 'X' prosent og redusere antall kollisjonsulykker per år med 'Y' prosent.

Tallverdier for risikoreduserende effekter skal brukes videre i Sjøikkerhetsanalysen for å modellere ulykkesrisikoen frem mot 2060. Analysen kan også brukes av Kystverket i deres risikoanalyser av farleder og havområder for å beregne nyttevirksomheter av enkelttiltak og kombinasjoner av tiltak, slik det gjøres i 2060-analysen⁴. Beregning av nyttevirksomheter for sjøsikkerhet er også et viktig element i samfunnsøkonomiske analyser, som er del av beslutningsgrunnlaget for politikere og andre myndighetspersoner som skal prioritere mellom ulike tiltak.

2.3 Omfang og avgrensninger

En avgrensning for denne analysen er at vi fokuserer på hvilken effekt tiltakene har på sannsynligheten for grunnstøtings- og kollisjonsulykker. Dette er visualisert gjennom bruk av en Bow-Tie modell i Figur 2-1. Analysen fokuserer på sjøsikkerhetstiltak (barrierene) til venstre for topphendelsen (skipsulykke).



Figur 2-1 Eksempel på Bow-Tie modell for topp-hendelsen (skipsulykke). De forebyggende tiltakene ser vi på venstre side av hendelsesforløpet.

Det er gjennomgående brukt begrepet sjøsikkerhetstiltak i rapporten. Nytevirksomheter av sjøsikkerhetstiltak er videre i form av redusert frekvens for ulykker og dermed besparelser i antall liv tapt, personskader og oljeutslipp, samt besparelser i reparasjon- og tidskostnader for fartøy.

For å kunne se sammenhengen mellom tiltakene i Kystverkets portefølje og andre tiltak som har påvirket sjøsikkerheten i Norge de siste årene, er det også foretatt en analyse av noen utvalgte tiltak utenfor Kystverkets portefølje. Noen av de sentrale internasjonale tiltakene som er analysert er AIS, brovaktalarm og ECDIS. Det er også andre allerede implementerte tiltak som har påvirket sjøsikkerheten (eksempelvis ISM⁵ og STCW⁶), men disse har vært mer utfordrende å analysere med utgangspunkt i norsk ulykkesstatistikk. Effekten av etablerte tiltak er viktig å belyse fordi de har vært med på å prege den generelle utviklingen innen sjøsikkerheten.

⁴ Risikoberegning frem mot 2060 er under utarbeidelse.

⁵ International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention

⁶ International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers

I analysen er det lagt mest innsats i vurdering av sjøsikkerhetstiltak som ligger innenfor Kystverkets portefølje. Tiltakene som inngår i analysen, er listet under.

- Innenfor kystverkets portefølje:
 - Los og farledsbevis
 - Vessel Traffic Services (VTS) / Sjøtrafikksentraltjeneste
 - Navigasjonsinnretninger (merketiltak)
 - Utdyping
- Utenfor kystverkets portefølje:
 - Automatisk identifikasjonssystem (AIS) - antikollisjonsverktøy
 - Bridge Navigational Watch Alarm System (BNWAS) / Brovaktalarm
 - Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)
 - IMO's E-navigasjonsstrategi
 - Fjernstyrte operasjoner og autonome skip. Dette er ikke et tiltak i seg selv, men mer en teknologitvilling som potensielt kan gi reduksjon i ulykkesfrekvens.

E-navigasjon vil ligge delvis innenfor Kystverkets portefølje, da en del av tiltakene og løsningene, blant annet Maritime Service Portfolio (MSP), vil ligge der, og da utvikles, testes og gradvis fullt ut implementeres i Kystverket. Det er ikke funnet andre kvantifiserbare tiltak som ligger utenfor Kystverkets portefølje.

Følgende dekkes ikke av denne analysen:

- Beregning av kostnad- og tidsbesparelser.
- Beregning av kostnader for implementering av tiltakene.
- Beregning av reduksjon i potensiell konsekvensomfang. Sjøsikkerhetsanalysen fokuserer på forebyggende sjøsikkerhet.
- Samfunnseffekter, næringseffekter og netto-ringvirkninger.
- Statistisk testing av analysene og resultatene med p-verdier eller konfidensintervall. Vurdering av reliabilitet og validitet av analyseresultatene er foretatt kvalitativt.

2.4 Forkortelser

AIS	Automatisk identifikasjonssystem (Automatic Identification System)
ARPA	Automatic radar plotting aid
BN	Bayesiansk nettverk
BNWAS	Brovaktalarm (Bridge Navigational Watch Alarm System)
BT	Bruttotonn
CMDS	Common Maritime Data Structure
DMA	Danish Maritime Authority (Søfartsstyrelsen)
ECDIS	Geografisk informasjonssystem og elektronisk sjøkart-system
ETE	Estimate-Talk-estimat
IMO	Den internasjonale sjøfartsorganisasjonen (International Maritime Organization)

LPS	Local Port Service
MAS	Maritime Assistance Service
MSI	Maritime Safety Information Service
MSP	Maritime Service Portfolios
NM	Nautiske mil
PLL	Potential loss of life
PSS	Port Support Service
PVT	Position, velocity, and time data
RACON	Radarfyr
RCO	Risikokontrollalternativer (Risk Control Options)
SAR	Søk og redning (Search and Rescue)
SDU	Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase
SOLAS	Internasjonal konvensjon om sikkerhet for menneskeliv til sjøs (International Convention for the Safety of Life at Sea)
SSNN	SafeSeaNet Norway
STB	Styrbord
TMAS	Telemedical Assistance Service
TSS	Trafikkseparasjonssystem (Traffic Separation Scheme)
TØI	Transportøkonomisk institutt
VTS	Sjøtrafikksentral (Vessel Traffic Services)
XTE	Cross Track Error (avviket fra ruten som er planlagt på ECDIS)

3 OVERORDNET ANALYTISK TILNÆRMING

3.1 Metoder for å beregne risikoreduserende effekter

I analysene som er utført og litteraturstudien er det referert til følgende metoder for å beregne risikoreduserende effekt:

- **Metode 1: Identifisering av ulykker som potensielt kunne vært forhindrede dersom tiltaket hadde vært gjennomført**

Metoden baseres seg på ulykkesdata. Her gjøres en opptelling av hvilke ulykker som kunne ha vært forhindrede dersom tiltaket hadde vært implementert gjennom å analysere beskrivelser av hendelsesforløpet. Metodikken har muligheten til å gi en høy grad av validitet i resultatene dersom en har tilstrekkelig informasjon om konkret hendelsesforløp og faktiske årsaksforhold for hver ulykke.

- **Metode 2: Sammenligning av ulykker før og etter innføringen av et tiltak**

Tilnærmingen gir prosentvis endring fra en tidfestet før-situasjon til etter-situasjon. Denne tilnærmingen har imidlertid utfordringer med at resultatet må sees i sammenheng med endringer i ulykkestrender og trafikkmengder generelt som har skjedd innenfor tidsrommet som analyseres. Ytre faktorer kan utgjøre støy i analysen, som igjen gjør at metoden har en lavere validitet.

- **Metode 3: Ulykkesmodellering gjennom bruk av årsakssammenhenger og enkeltfaktorers påvirkning**

Generelt kan en slik metodikk eksempelvis bruke feiltrær eller Bayesiansk nettverk (BN), dvs. en probabilistisk grafisk modell som kan brukes til å undersøke og vise årsakssammenhenger mellom nøkkelfaktorer og utfall. Dette er ofte kombinert med feildata og ekspertvurderinger.

- **Metode 4: Ulykkesestimering ved bruk av ulykkeshyppighet og eksponeringsdata**

En rapport av Transportøkonomisk institutt (TØI) fra 2015 beskriver ulike fordeler og ulemper med en slik tilnærming [6]: Fordelen er at beregningen er enkel å forstå og etterprøve, og de gir i mange tilfeller en intuitiv og direkte tolkning. En kan da eksempelvis finne, gjennom ulykker og eksponeringsdata, at transport med fartøy A statistisk sett har X ganger så høy risiko som transport med fartøy B. Utfordringen med denne tilnærmingen er ofte knyttet til ikke-lineære sammenhenger mellom eksponering og ulykker. Dette er belyst av blant annet Elvik (2015) og Hakamies-Blomqvist et al. (2002) [6] [7]. TØI drøfter dette i sin rapport og skriver at hvis man aksepterer at ikke-lineariteten mellom eksponering og ulykker er et resultat av læring, samtidig som man aksepterer at det ikke er mulig å få tak i fullstendig korrekte data over alle mulige potensielle hendelser, så kan det argumenteres for at den tradisjonelle måten å beregne dette på – antall ulykker per tilbakelagt avstand – er en rimelig tilnærming til et «sant» risikomål [6].

- **Metode 5: Ekspertvurdering og konsensus-tilnærminger**

Dersom en ikke har tallmateriale (data) kan kvalitative metoder benyttes. Dette kan eksempelvis være bruk av ekspertvurdering, intervjuer, observasjoner eller konsensusmetoder. Delphi-metoden, også kjent som «Estimate-Talk-estimate (ETE)» er en strukturert teknikk som bygger på prinsippet om at en beslutning eller estimat fra en strukturert gruppe enkeltpersoner er mer nøyaktige enn de fra ustrukturerte grupper. Det brukes for å oppnå konsensus blant en gruppe personer.

Merk at ikke alle metodene nevnt ovenfor er anvendt eller referert til for hvert enkelt sjøsikkerhetstiltak. Metodene er brukt der det er relevant, og der en har tilstrekkelig data og/eller tilgjengelige studier. I tillegg er det for hvert sjøsikkerhetstiltak foretatt en kortfattet kvalitativ beskrivelse av effekten på sjøsikkerhet, uten tallverdi.

Det er også foretatt en litteraturstudie for å undersøke om det er utført lignende studier nasjonalt eller globalt, som er relevante for Sjø sikkerhetsanalysen, og som kan kategoriseres i de analytiske tilnærmingene nevnt ovenfor.

Pålitelighet og validitet, herunder kvaliteten på de analytiske metoder som anvendes, er vurdert der mulig. Det finnes ulike definisjoner av disse begrepene. For denne studien omtaler vi påliteligheten som et uttrykk for hvor pålitelige data vi har, og hvor nøyaktig datainnsamlingen er foretatt, mens validiteten handler om hvor sannsynlig det er at resultatene faktisk beskriver virkeligheten, og at resultatene ikke skyldes andre ytre faktorer, eller ren tilfeldighet. Et annet begrep som også benyttes om validitet er gyldighet.

3.2 Årsaksmodellen

Det er her bygget en forenklet årsaksmodell basert på funnene i årsaksanalysen fra 2022 og den oppdaterte årsaksanalysen for los og farledsbevis i 2023.

Ulykkesmodellering har den fordelen at man kan inkludere en rekke årsaksforhold og sammenhenger i en og samme modell (ref. metode 3 i kapittel 3.1). Utfordringen ligger i å velge hvilke variabler som skal inkluderes. Vi har her valgt å bruke samme systematikk som ble brukt i årsaksanalysen. En beskrivelse av denne systematiske tilnærmingen ble presentert i DNV-rapporten 2022-1236 «Årsaksanalyse av grunnstøtinger og kollisjoner i norsk farvann». Det er imidlertid gjort følgende endringer for bruk i denne analysen:

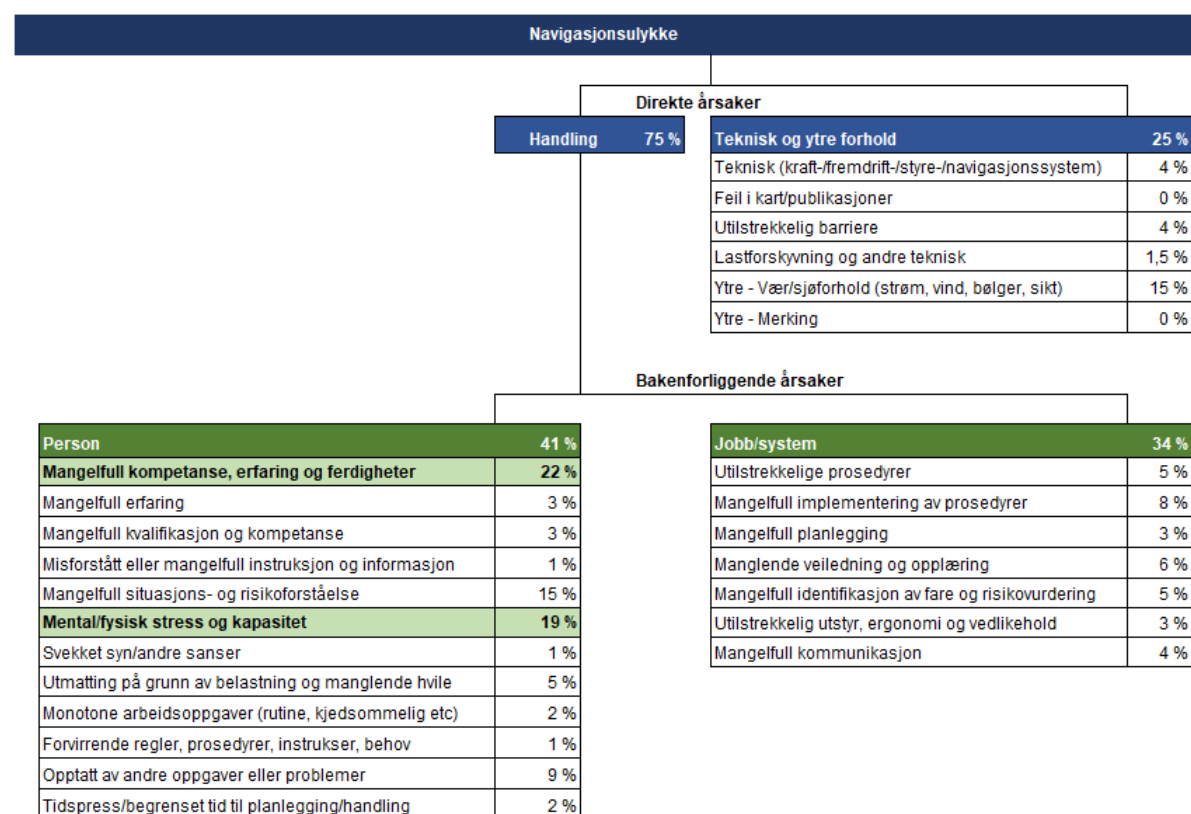
- Årsaksanalysen fra 2022 er oppdatert med den mest oppdaterte ulykkesgranskningen som ble gjort i prosjektet «Årsaksanalysen av ulykker med los og farledsbevis» i 2023. Denne analysen inkluderer et datasett på 95 ulykkesgranskninger, herunder 37 ulykker med los og 58 ulykker med farledsbevis [44].
- Alle direkte årsaker knyttet til feil handling er slått sammen i én kategori *handling*, dette inkluderer hovedsakelig (prosentandel av total direkte handling):
 - Feilnavigering/manøvrering (51 %)
 - Prosedyrefeil (29 %)
 - Feil tilpasning av fart (4 %)
 - Mangelfull kommunikasjon (4 %)
 - Feil bruk av utstyr (12 %).

Sammenslåingen kan gjøres fordi vi hovedsakelig er opptatt av de bakenforliggende årsakene til ulykkene. Der hvor det har vært relevant å trekke en relasjon til de direkte årsakene for handling i analysen av sjøsikkerhetstiltak er dette gjort, men fokus har som nevnt vært på bakenforliggende årsaker til ulykker.

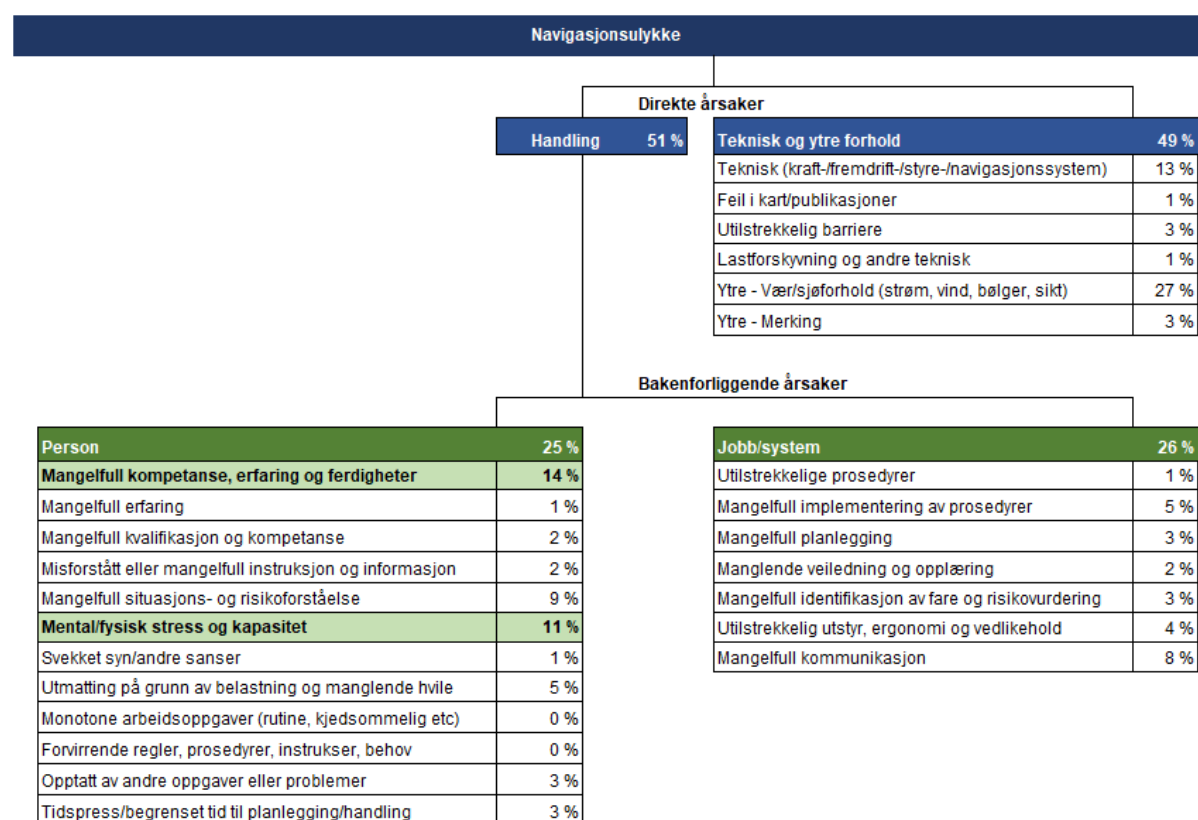
- Det er valgt å bruke ulykkene med farledsbevis som grunnlag for modellen. Vi får da en årsaksmodell som representerer seilaser med ordinær brobesetning, uten ekstra ressurs på broen (los).
- Enkelte kategorier av bakenforliggende årsaker er slått sammen for å forenkle modellen, og lette arbeidet med å identifisere hvilke årsaker ulike tiltak kan påvirke.

Endringene er gjort for å tilpasse modellen til formålet for denne studien, som er å tolke effekten av tiltak. Å ukritisk inkludere alle tenkelige variabler gir ikke nødvendigvis økt forståelse. Når en skal vurdere hvilke årsaksforhold ulike tiltak kan påvirke ønsker vi heller ikke altfor mange årsaker/variabler å velge i, da det fort blir for omfattende. Men, det skal heller ikke være for få, slik at det blir vanskelig å skille de, og peke på spesifikke årsaksfaktorer.

Figur 3-1 og Figur 3-2 viser den forenklede årsaksmodellen for navigasjonsulykker hvor det er benyttet henholdsvis farledsbevis og los. Modellen skiller først på de direkte årsakene: handling og teknisk/ytre forhold. Deretter vises bakenforliggende årsaker til handling, delt i personrelaterte årsaker og jobb/system-relaterte årsaker.



Figur 3-1 Forenklet årsaksmodell for navigasjonsulykker hvor det er benyttet farledsbevis.



Figur 3-2 Forenklet årsaksmodell for navigasjonsulykker hvor det er benyttet los.

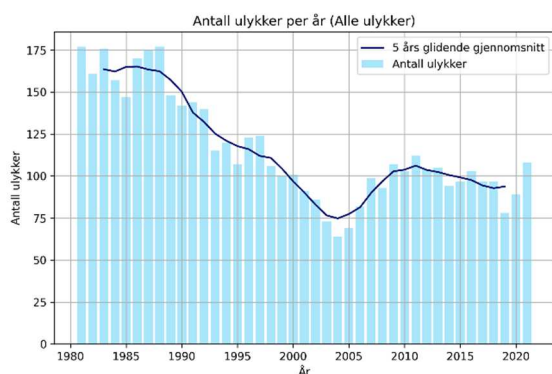
3.3 Ulykkesdatabasen

Ulykkesdataene i denne analysen er hentet fra Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU). SDU inneholder en oversikt over registrerte ulykker i Norge og med norsk flaggede skip i alle farvann tilbake til 1981. For nærmere informasjon om SDU, og en generell analyse av ulykkesutvikling i norske farvann, henviser vi til DNV-rapport 2023-0335 «Statistikk over navigasjonsulykker med fartøy i norske farvann». Nevnte rapport er også en leveranse under Sjøsikkerhetsanalysen 2022.

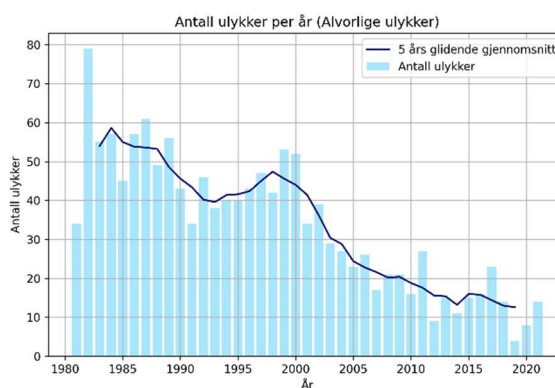
Ulykkene i SDU er delt opp i flere ulike ulykkestyper. I denne analysen har vi valgt å fokusere på ulykkestypene: grunnstøting og kollisjon, da dette er der Kystverket har påvirkningskraft. Vi har dermed filtrert bort alle arbeidsulykker ombord og ulykker med personskade, men uten grunnstøt/kollisjon, og ulykker som tilhører de følgende ulykkestypene: «Brann/eksplosjon», «Kantring», «Fartøyet er savnet, forsvunnet» og «Kontaktskade, Kaier, Broer etc.». Vi har også filtrert ut alle ulykker med fritidsfartøy og alle nestenulykker. Det er kun data for ulykker i norske farvann som er brukt.

Der det har latt seg gjøre har vi benyttet oss av alvorlige ulykker (inkl. alvorlig ulykke, totalskade eller sunket), ettersom de har en høyere sannsynlighet for å bli rapportert dersom det har oppstått alvorlige konsekvenser for fartøy og/eller mannskap. For disse anslås altså en lavere grad av påvirkning på underslag, samt eventuelle endringer i innrapportering eller innsamling av ulykker, dermed en høyere grad av pålitelighet i dataene.

I Figur 3-3 presenteres registrerte navigasjonsulykker i norske farvann fra 1981 til 2022 i henhold til den filtreringen nevnt over, uavhengig av alvorlighetsgrad (skadeomfang på fartøy). I Figur 3-4 presenteres alle de alvorlige navigasjonsulykkene i norske farvann for samme tidsrom. For å bedre visualisere trenden har vi tegnet inn 5-års glidende gjennomsnitt i begge figurene. Vi antar at stigningen rundt 2005 i grafen for alle ulykker (figur til venstre) i stor grad kan tillegges en økt grad av rapportering og fokus på innmelding av hendelser til direktoratet. For nærmere analyse av ulykkestrender og forklaring på statistikken henviser vi til DNV-rapport 2023-0335 «Statistikk over navigasjonsulykker med fartøy i norske farvann».



Figur 3-3 Antall registrerte grunnstøtinger og kollisjoner i norske farvann.



Figur 3-4 Antall registrerte alvorlige grunnstøtinger og kollisjoner i norske farvann.

4 ANALYSE OG RESULTATER

Dette kapittelet presenterer resultatet av analysene som DNV har utført i Sjøsikkerhetsanalysen, samt resultatet fra Kystverkets egen analyse for beregning av reduksjonen i ulykkeshyppighet ved bruk av los. Det er gjennomført en litteraturstudie for å identifisere andre relevante studier som kvantifiserer effekten av sjøsikkerhetstiltak. Der det har vært mulig er det gjort en enkel vurdering rundt pålitelighet og validitet av studien, også med tanke på relevans for norske farvann.

Hvert delkapittel avsluttes med en konklusjon som drøfter analysen og gir vårt estimat på redusert ulykkeshyppighet (effekt) for hvert tiltak. Merk at for enkelte tiltak er det gitt en øvre og nedre verdi, også kalt tripplestimater. Dette er med bakgrunn i at spennet i potensiell risikoreducerende effekt for mange sjøsikkerhetstiltak kan være stort, da det avhenger av mange faktorer. For andre tiltak derimot har en kanskje ikke nok data til å si noe om dette spennet, eller at spennet er for stort til å gi noe praktisk betydning for analysen.

4.1 Automatisk identifikasjonssystem (AIS)

4.1.1 Om AIS

AIS står for automatisk identifikasjonssystem. Det ble først etablert som et antikollisjonsverktøy for skipsfarten. Fartøy med AIS-transponder ombord sender ut dynamisk informasjon om egen identitet, fart og kurs til nærgående skip via VHF-båndet, og tar imot tilsvarende informasjon fra skip i nærheten. For skip er AIS-informasjon et supplement til radarbasert informasjon [2].

AIS er innført av IMO⁷ for å øke sikkerheten for skip og miljøet, og styrke trafikkovervåkning og sjøtrafiktjenester. I Norge er AIS også et tiltak i regjeringens arbeid for å styrke sjøsikkerhet og beredskap i norsk farvann. Overvåking av skipstrafikken gjennom sjøtrafikkssentralene med AIS bidrar til å avdekke potensielle kritiske situasjoner, og gir myndigheter mulighet til å raskere kunne sette i gang nødvendige tiltak for å redusere risikoen for skipsulykker [2].

Fartøy over en viss størrelse er pålagt å bruke AIS under seilasen i henhold til SOLAS konvensjonen. Regelverket krever at AIS skal monteres ombord på alle skip over 300 BT i internasjonal fart, lasteskip over 500 BT som ikke er i internasjonal fart, samt alle passasjerskip uavhengig av størrelse. Kravet trådte i kraft for alle skip 31. desember 2004.

Det finnes to ulike klasser AIS. AIS klasse A omfatter AIS-transpondere som er ombord i skip (omfattet av SOLAS konvensjonen), mens AIS-B sender svakere og sjeldnere signaler enn AIS-A og brukes av mange som ikke har bæreplikt, slik som fritidsfartøy og små fiskefartøy. I Norge dekker Kystverket sitt AIS-nettverk, med enkelte unntak, området fra grunnlinja til 40-60 nm ut fra kysten.

Det presiseres her at det er effekten av AIS integrert, og presentert i ECDIS og radar, som er vurdert. Kystverket har kommentert at formelt skal AIS kobles inn på radar for å unngå kollisjoner, som kommer av endring gjort i 2017, da det ikke lenger gis CPA⁸ alarmer etc. på ECDIS.

⁷ International Maritime Organization

⁸ Closest Point of Approach (CPA)

4.1.2 Kvalitativ beskrivelse av risikoreduksjon

AIS er hovedsakelig et antikollisjonsverktøy med formål å bedre situasjonsforståelsen og kommunikasjonen mellom skip. AIS identifiserer fartøy, og gir rask, nøyaktig og detaljert fartøysinformasjon. Den påvirkes ikke av potensiell støy, slik tilfellet er for radarsystemer, og man er ikke avhengig av å tolke radarekko av andre fartøy. AIS er avhengig av fri sikt (line of sight – LOS) og kan jammes og spoofes, som er en generell sikkerhetsutfordring innen cyberrisiko. Det må også nevnes at kvaliteten på AIS kan være varierende, men at dette hovedsakelig er utfordringer på enkelte fjordområder på Vestlandet grunnet fjell og dekningsutfordringer [58]. I henhold til IMO's funksjonskrav skal AIS bidra til følgende:

- Være et uavhengig system for å unngå kollisjon.
- Bidra til at VTS kan overvåke trafikken, uavhengig av radar.
- Bidra til automatisk rapportering av statiske og dynamiske skipsdata mellom skip-skip og skip-land

Effekten av AIS på kollisjonsulykker har antagelig økt gradvis etter at det først ble gjort obligatorisk. De første årene var det kun vanlig med et eksternt display, hvor det kom opp en liste med skip i nærheten med informasjon som avstand og retning. Etter hvert som store deler av broutrustningen i større grad har blitt digital, har det også blitt vanlig å kunne få inn AIS i samme display som radar eller ECDIS [4]. AIS-mål vises på radarskjermen med samme symbolikk som de vises på ECDIS-skjermen. Dette kan brukes for å vurdere trafikkbildet og sikre seilassen, derav bidra til økt situasjonsforståelse for navigatøren.

Ved å bruke DGNSS-korreksjoner⁹ oppnår AIS-systemet en posisjonsnøyaktighet på mindre enn 10 meter. Til en sammenligning har radarsystemet en nøyaktighet på 30-50 meter på grunn av dets avhengighet av frekvens, pulsrepetisjon og strålebredde [4]. Den høye posisjonsnøyaktigheten til AIS innebærer at posisjonen og kursendringen over bakken kan presenteres med mindre forsinkelse enn med radar¹⁰. AIS gir derfor et godt referansepunkt for radaren og kan brukes både som antikollisjonsverktøy og som navigasjonshjelpemiddel (AIS AtoN). Vaktoffiserer må imidlertid alltid være oppmerksom på andre skip som ikke er utrustet med AIS, og/eller ikke bruker AIS aktivt, spesielt fritidsfartøyer, fiskebåter og militærskip [4].

I tillegg til å sende ut dynamisk og statisk informasjon vil AIS kunne benyttes til overføring av korte tekstmeldinger til andre skip med AIS. Disse meldingene vil kunne vises på ECDIS på det andre skipet (enten på et bestemt skip eller på alle skip innenfor rekkevidde) [4].

I denne analysen vurderes effekten målt i reduksjon av ulykker, men det må også nevnes at AIS har en rekke andre anvendelsesområder og nyttevirkninger:

- Kystverket benytter historiske AIS-data til å utarbeide statistikk over sjøtrafikken for beredskapsformål.
- Fiskeridirektoratets sjøtjeneste kontrollerer og overvåker farvannene utenfor Norge og Svalbard. Kombinert med sporingsdata, viser AIS eksempelvis om fiskefartøyene holder seg innenfor lovlig fiskesoner.
- Sjøfartsdirektoratet bruker AIS i forbindelse med planlegging av inspeksjoner av norske og utenlandske fartøy.
- AIS brukes til å finne posisjonen til havarister og savnede fartøy, og til å finne fartøy som kan assistere, dvs. fungere som støttesystem for søk og redning.
- Havnene bruker AIS til å holde oversikt på anløp og avganger. Noe som gir økt effektivitet i havn
- AIS er en del av det felles rapporteringssystemet SafeSeaNet / SingleWindow

⁹ Differential Global Navigation Satellite System

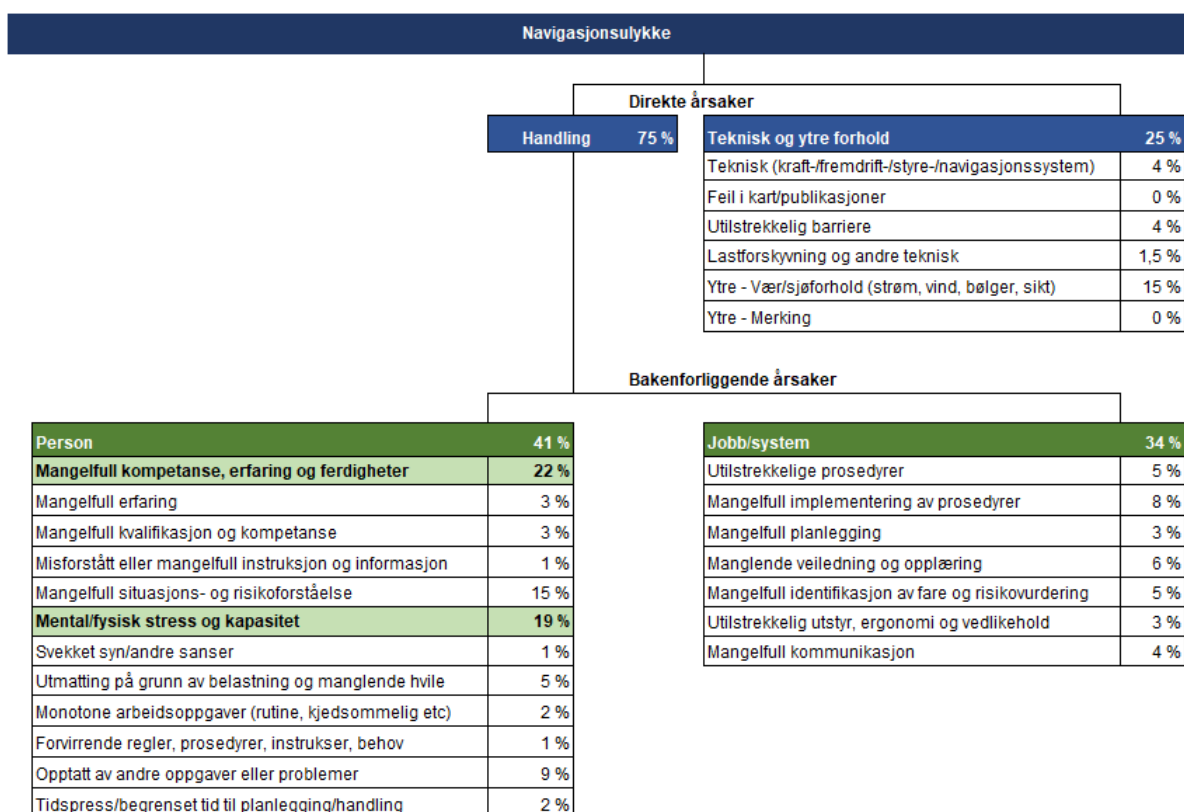
¹⁰ AIS klasse B kan ha lav oppdateringsrate, ref. sammenligning med radar

- Kystverket benytter AIS ifm automatisering av saksbehandling og fakturering innen los forvaltning.
- Kystverket har som myndighetsoppgave å tilrettelegge AIS data for andre nasjonale myndigheter (enn de nevnt ovenfor) som f.eks. Kystvakten, Forsvaret, Fiskeridirektoratet, Tollvesenet og politiet.
- Utvikling av AIS-data for publikum gjennom Kystverkets digitale tjenester: NAIS, Kystinfo, ArcticInfo, Bølgevarsel, Fiskinfo, Havbase, Kystdatahuset og Havbase Arktis.

Tredjeparter kan også implementere AIS-data i sine programmer. Eksempler som kan nevnes her er elektroniske kartsystem som Njord Pilot, SealQ og andre navigasjonsapplikasjoner (maritime kartprogram), som bruker AIS-data fra Kystverket via API¹¹ tilkobling for økt maritim situasjonsbevissthet for sluttbrukeren [3].

4.1.3 Virkning på årsaksforhold

Det er gjort en forenklet kvalitativ analyse for å vurdere hvilke årsaksforhold som AIS kan påvirke ved å benytte årsaksmodellen, slik presentert i kapittel 3.2, og gjengitt i Figur 3-1 og Figur 3-2. Vi har her valgt å bruke årsaksmodellen for navigasjonsulykker hvor det er benyttet farledsbevis.



Figur 4-1 Forenklet årsaksmodell for navigasjonsulykker hvor det er benyttet farledsbevis.

¹¹ Application Programming Interface: Kode som brukes for å utveksle data mellom to forskjellige systemer eller apper.

Basert på den kvalitative beskrivelsen av risikoreduksjon i forrige kapittel, påvirker AIS følgende vesentlige årsaker til navigasjonsulykker:

- Mangelfull situasjons—og risikoforståelse
- Mangelfull identifikasjon av fare og risikovurdering
- Mangelfull kommunikasjon

Særlig mangelfull situasjons—og risikoforståelse er en stor bidragsyter til navigasjonsulykker, hvor hele 15 % av ulykkene har forhold hvor denne årsaken er medvirkende.

4.1.4 Analyse av ulykker i norske farvann før og etter implementering av AIS

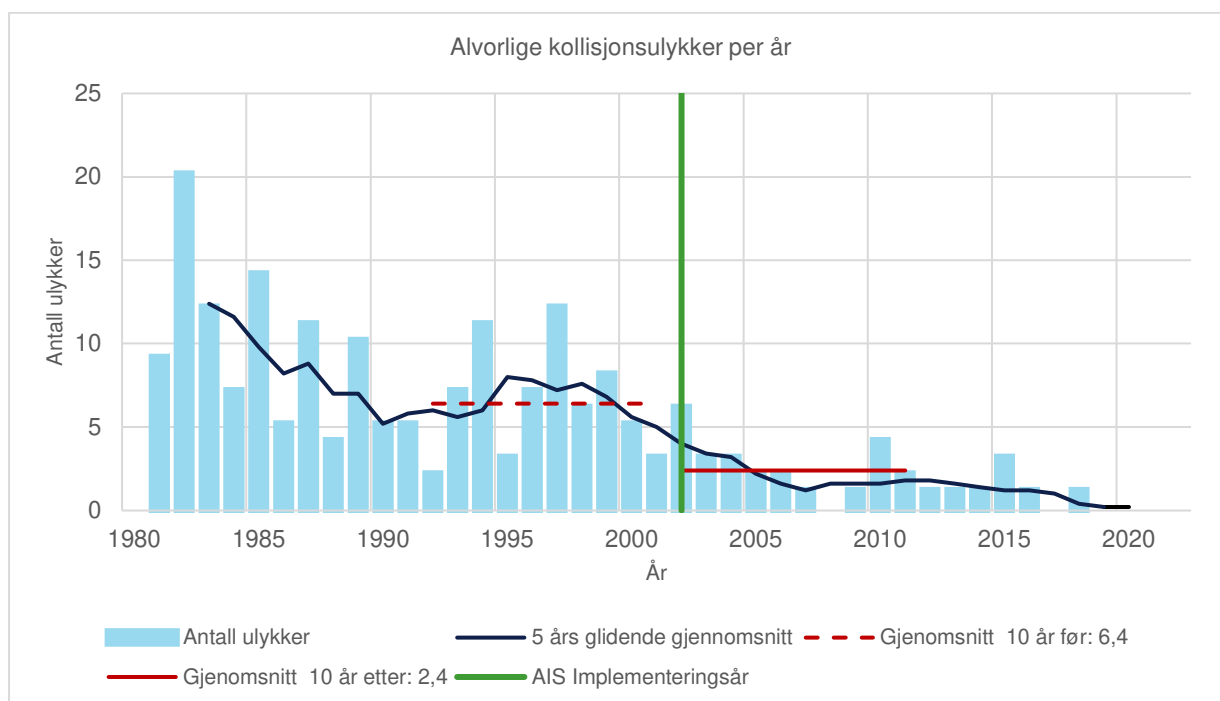
I denne delen har vi undersøkt om det er mulig å se noen effekt av implementering av AIS i norske farvann ved å studere antall kollisjonsulykker før og etter implementeringsåret som er satt til 2002.

Datainnsamling og analyse

IMO publiserte en ytelsesstandard for AIS i 1998, og fra 2002 til 2004 ble AIS gradvis gjort obligatorisk. Vi har derfor valgt å sette innføringsperioden til 2002-2004, og estimerer effekten basert på 10 år før og 10 år etter 2002. Vi valgte å kun se på alvorlige kollisjonsulykker siden dette datasettet inneholdt en tilstrekkelig mengde ulykker til å kunne benyttes som underlag for analysen.

Funn

Figur 4-2 viser antall registrerte alvorlige kollisjonsulykker per år i norske farvann, med et 5 års glidende gjennomsnitt for å tydeliggjøre trenden. Innfasingsperioden for AIS er markert i grønt, og de to røde strekene viser tiårsperiodene før og etter innføringsåret 2002. Disse danner grunnlaget for snittet før og etter, som gir oss en endring i antall ulykker, som igjen lar oss estimere effekten av tiltaket. Ved å benytte snittene 10 år før og 10 år etter innføringsåret gir det en reduksjon i antall alvorlige kollisjonsulykker på 63 %.



Figur 4-2 Antall registrerte alvorlige kollisjonsulykker per år i norske farvann med innfasingen av AIS.

Pålitelighet og validitet

Det er brukt kun alvorlige kollisjonsulykker, siden disse anslås å ha en lavere grad av påvirkning på underrapportering, samt eventuelle endringer i innrapportering og fokus på innsamling av ulykker. Om dette datagrunnlaget er nok til å gi tilstrekkelig pålitelighet er imidlertid usikkert, men vi anser at påliteligheten er bedre enn om vi skulle inkludert de mindre alvorlige ulykkene.

Det kan også diskuteres om plasseringen av de to 10-årsperiodene er riktig. Det er mulig at AIS hadde en effekt før 2002, men det er vanskelig å si noe om hvor vanlig det var å ha AIS på denne tiden. På den andre siden kan det argumenteres for at AIS ikke hadde full effekt før noen år etter innføringen.

Ved å se på grafen i Figur 4-2 observeres det at det har vært en positiv nedadgående trend i antall alvorlige kollisjonsulykker både før og etter implementeringsperioden som er valgt. Vi ser ingen tydelige markante endringer i stigningstallet gjennom eller etter innfasingsperioden. Dette gir indikasjon på at kurven på grafen hovedsakelig påvirkes av andre eksterne forhold. Dermed er nok verdien som er beregnet i for stor grad påvirket av generelle trender, til at vi kan betrakte den som troverdig. Den positive trenden vi observerer fra 1995 kan ha blitt drevet av andre risikoreduserende tiltak innenfor det samme tidsrommet, som potensielt kan ha hatt påvirkning på alvorlige kollisjonsulykker, som for eksempel ISM og STCW-95. Innføring av AIS sammenfaller også tidsmessig med frivillig innføring av ECDIS/ECS for mange fartøyer. Vi kan likevel si at AIS, sammen med alle andre tiltak i denne tidsperioden, kan potensielt ha hatt en samlet effekt på 63 % for ulykkeshyppigheten av alvorlige kollisjoner i norske farvann.

4.1.5 Litteraturstudie

En studie av Lutzen, M. and Friis Hansen, P. [5] beregnet den risikoreduserende effekten av AIS. AIS ble kvantifisert ved å bygge et bayesiansk nettverk som muliggjorde en evaluering av effekten på vakttoffiserens reaksjonsevne i en potensiell kritisk kollisjonssituasjon. Den tidsavhengige endringen i risikoreduserende effekt på skipskollisjoner ble analysert under implementeringsfasen frem til full håndhevelse av AIS. Det ble funnet at den risikoreduserende effekten på kollisjonshyppigheten vil være ca. 55 %. Det har ikke vært mulig å vurdere påliteligheten eller validiteten av denne studien. Det er heller ikke funnet andre kilder som har estimert eller kvantifisert effekten av AIS.

4.1.6 Konklusjon

Vi har et for tynt grunnlag til å si noe helt konkret om hvilken prosentvis risikoreduserende effekt AIS har hatt. Den ene studien som er utført peker likevel mot en betydelig effekt, da det ble beregnet en reduksjon i ulykkeshyppighet for kollisjoner på 55 %. En stor usikkerhet må allikevel påpekes her da pålitelighet og validitet ikke er vurdert.

I tillegg har vi undersøkt om det er mulig å se noen effekt av implementering av AIS i norske farvann, ved å studere antall ulykker før og etter implementeringsåret. Resultatet fra den analysen antyder at AIS, sammen med andre tiltak, kan potensielt ha hatt en samlet effekt på 63 % for ulykkeshyppigheten av alvorlige kollisjoner i norske farvann.

Vi har valgt å sette 55 % som en øvre verdi, da «63 % beregningen» også inkluderer generelle trender og mulig andre tiltak, samt for å være på den konservative siden med hensyn på usikkerheten.

Tabell 4-1 Reduksjon i ulykkeshyppighet med innføring av AIS.

Ulykkestype	Snittverdi (%)	Nedre verdi %	Øvre verdi %
Grunnstøting under motorkraft	-	-	-
Kollisjon (mellom skip)	-	-	55 %

4.2 Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)

4.2.1 Om ECDIS

ECDIS er et geografisk informasjonssystem og elektronisk sjøkart-system. Utviklingen av ECDIS startet på 1990-tallet og i samme tiår kom IMO med en ytelsesstandard. I 2000 tillot IMO at ECDIS kunne oppfylle kravene til papirkart ombord. Fra 2012 har IMO innført krav om ECDIS for nybygde fartøyer i utenriksfart; over 10 000 BT, tankskip over 3 000 BT og passasjerskip over 500 BT. Krav om ECDIS har også senere blitt innført for tilsvarende skip bygget før 2012.

4.2.2 Kvalitativ beskrivelse av risikoreduksjon

Losutvalget skriver i deres rapport fra 2013 at elektroniske sjøkart og systemer for å presentere disse har blitt viktige hjelpemidler for navigatører, og regnes som et stort teknologisk fremskritt for sjøsikkerheten [31]. ECDIS kombinerer elektroniske sjøkart med nøyaktig posisjonsangivelse og annen navigasjonsinformasjon fra skipets sensorer. Formålet med å innføre ECDIS har vært å etablere et system som gir navigatøren den samme informasjonen som de tradisjonelle papirkartene, men som medfører mindre tidsbruk enn navigering etter papirkart. Noen av de mest positive nytteaspektene ved ECDIS er oppsummert under, her sammenlignet med bruk av papirkart:

- *Økt situasjonsforståelse.* Et ECDIS-system viser hvor fartøyet er til enhver tid, og navigatøren kan bruke mer tid og oppmerksomhet på utkikk, samt orientere seg visuelt og i radar i forhold til posisjon, kurs og fart i ECDIS. Dette øker også navigatørenes situasjonsforståelse.
- *Oppdaterte kart.* Automatisk oppdatering av de elektroniske kartene innebærer at navigatøren til enhver tid har tilgang til de siste endringene i kartgrunnlaget, og frigjør mye tid som ellers ville gå med til manuell oppdatering av papirkart.
- *Alarmer.* Viser kontinuerlig eget fartøys planlagte rute (posisjon og kurs) og kan varsle avvik (approach alarmer) ved grunnstøtingsfare.
- *Kobles med autopilot.* I Kystverkets fagbok «Navigasjon for lostjenesten» beskrives det at det blir mer og mer vanlig å koble navigasjonssystemet sammen med autopiloter. ECDIS kan kobles sammen med en autopilot med banestyring («trackpilot») [4]. Et eksempel ble gitt: Aktivteres systemets banestyring (track-mode) vil autopiloten i tillegg hente informasjon fra navigasjonssystemet om avviket fra ruten som er planlagt på ECDIS. Dette avviket kalles «cross track error» og forkortes ofte med XTE. Er fartøyet eksempelvis kommet for langt til styrbord for den planlagte ruten vil systemet gi melding om avviket som styrbord XTE, og autopiloten vil gi respons med babord ror. Skipet vil da gå mot den planlagte ruten.
- *Kobles mot radar.* I nevnte rapport over bemerkes det at overføring av radarvideo til kartet kan i mange tilfeller føre til et uoversiktlig bilde, men at med gunstige fargekombinasjoner kan radarvideoen være et godt hjelpemiddel for å sjekke kartets og navigasjonssystemets nøyaktighet [4]. Det står videre at det er grunn til å tro at utviklingen av ECDIS vil presse frem bedre radarer hvor integrering blir mer optimal [4].
- *Kobles mot AIS.* En slik kobling gjøres for å se andre skips posisjon fart og kurs på samme skjerm og øker nytten av AIS betraktelig
- *Utvikling.* Introduksjon av nye standarder (S-100) gjør at det ligger til rette for presentasjon av en lang rekke ny og dynamisk informasjon for seilassen (eksempelvis tidevann, oseanografiske og meteorologiske data). I dette ligger også mulighet for 3-dimensjonal presentasjon av skip i forhold til havbunn og batymetri.

Losutvalget bemerket at kvaliteten på dataene som ligger til grunn for kartene kan variere, som for papirkart.

Hoveddelen av skipstrafikken går imidlertid i leder som er prioritert av Kartverket, og har dermed kart som er basert på

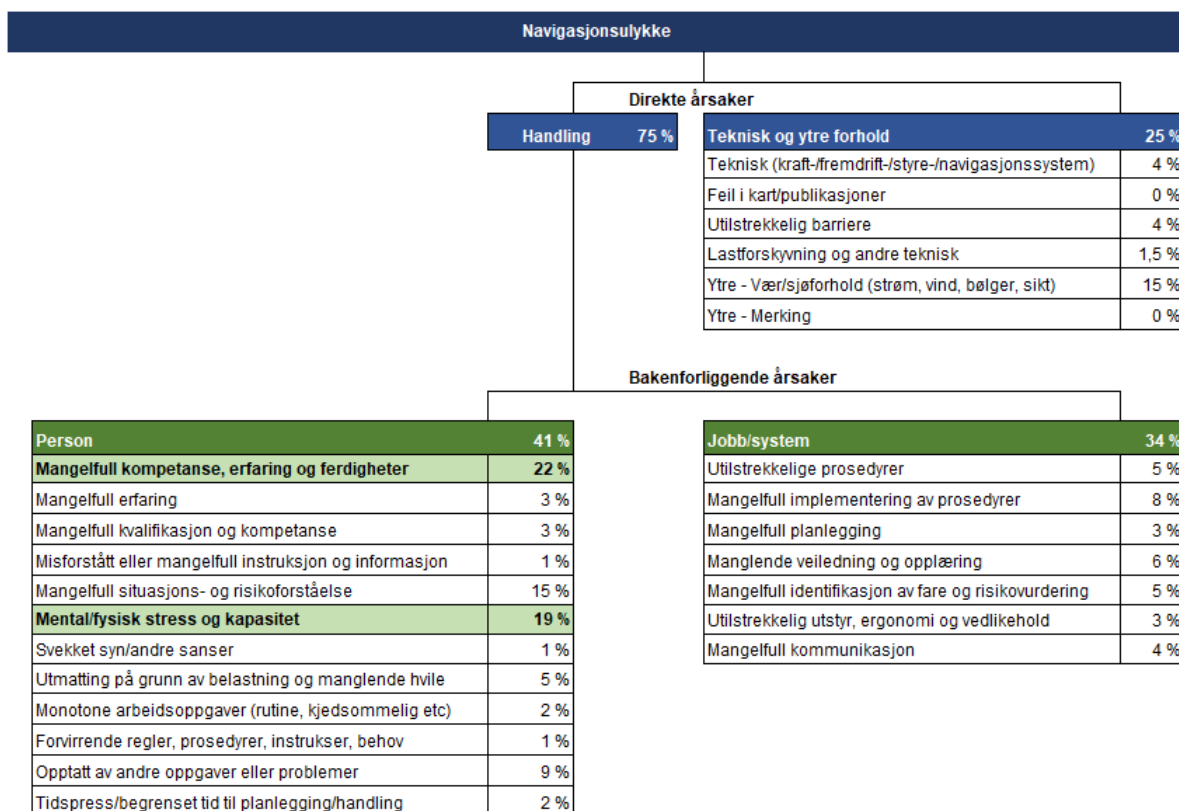
nyere målinger [31]. Andre utfordringer med bruk av ECDIS er belyst i rapporten «Navigasjon for lostjenesten» [4]. Dette inkluderer potensielle utfordringer knyttet til datum- og kartkoordinatsystemet, for stor tillitt til systemet med hensyn på nøyaktighet i posisjonsangivelse, liten grad av standardisering, navigatører som opererer i «standby-modus» for å unngå for mange grunnstøtingsalarmer, samt andre utfordringer knyttet til banestyring, integrasjon av AIS og ARPA [4].

Sjøfartsdirektoratet har også belyst utfordringer med bruk av ECDIS-kart og ruteplanlegging. I en artikkel fra 2022 viser de til nylige erfaringer med uønskede hendelser, der brukerfeil av digitale kart eller misforståelser ved bruk av ECDIS har forårsaket, eller nesten ledet til, grunnstøtinger. Oppsummert forteller Sjøfartsdirektoratet om viktigheten av følgende [34]:

- *Familiarisering.* Besetningen må ha tilfredsstillende kunnskap om funksjonene og hvordan ECDIS-systemet virker, og til de kravene som rederiet/kaptein setter som standarder for sikker bruk av ECDIS.
- *Innstillinger.* Vær sikker på å bruke anbefalte innstillinger i ECDIS, hva som gjelder f.eks zoom, alarmer og antigrunnstøtingssystem.
- *Ruteplanlegging.* Følg den planlagte leden (innenfor sikkerhetskorridor.) Om det må gjøres endringer i planlagt rute, så skal denne planlegges på nytt.
- *Følg prosedyrer.* Vær fokusert under seilasplanlegging, ikke la seg forstyrre av annet administrativt arbeid.
- *Oppdatert kart.* Sørg for å ha et oppdatert kartverk, og at en har oppe de nødvendige nivåene i ECDIS-kartet.
- *Oppmerksomhet.* Hold utkikk og vær oppmerksomme selv om ruten er planlagt.

4.2.3 Virkning på årsaksforhold

Det er gjort en forenklet kvalitativ analyse ved å se på hvilke årsaksforhold som ECDIS kan påvirke ved å benytte årsaksmodellen, slik presentert i kapittel 3.2, og gjengitt i Figur 4-3. Vi har her valgt å bruke årsaksmodellen for navigasjonsulykker hvor det er benyttet farledsbevis.



Figur 4-3 Forenklet årsaksmodell for navigasjonsulykker hvor det er benyttet farledsbevis.

Basert på den kvalitative beskrivelsen av risikoreduksjon i forrige kapittel, påvirker ECDIS følgende vesentlige årsaker til navigasjonsulykker:

- Mangelfull situasjons—og risikoforståelse
- Mangelfull identifikasjon av fare og risikovurdering
- Mental/fysisk stress og kapasitet

Særlig mangelfull situasjons—og risikoforståelse er en stor bidragsyter til navigasjonsulykker, hvor hele 15 % av ulykkene har forhold hvor denne årsaken er medvirkende. Mental/fysisk stress og kapasitet kan også nevnes ettersom en får en mer nøyaktig posisjonsangivelse og bedre støtte til navigasjon.

4.2.4 Analyse av ulykker før og etter implementering

I denne delen har vi undersøkt om det er mulig å se noen effekt av implementering av ECDIS i norske farvann ved å studere antall grunnstøtingsulykker før og etter implementeringsåret.

Datainnsamling og analyse

I analysen har vi valgt å benytte 2012 som implementeringsår, men det kan også argumenteres for at ECDIS kunne ha en effekt på sjøsikkerheten tidligere enn det. Figur 4-4 viser antall registrerte alvorlige grunnstøtingsulykker i norske farvann per år, med et 5 års glidende gjennomsnitt for å tydeliggjøre trenden. Innfasingsperioden for ECDIS er markert i grønt, og de to røde strekene viser tiårsperiodene før og etter innføringsåret 2012. Disse danner grunnlaget for snittet før og etter, som gir oss en endring i ulykker, som igjen lar oss estimere effekten av tiltaket.

Funn

Ved å benytte snittene 10 år før og 10 år etter innføringsåret for ECDIS gir det en reduksjon i antall alvorlige grunnstøtingsulykker på 44 %.

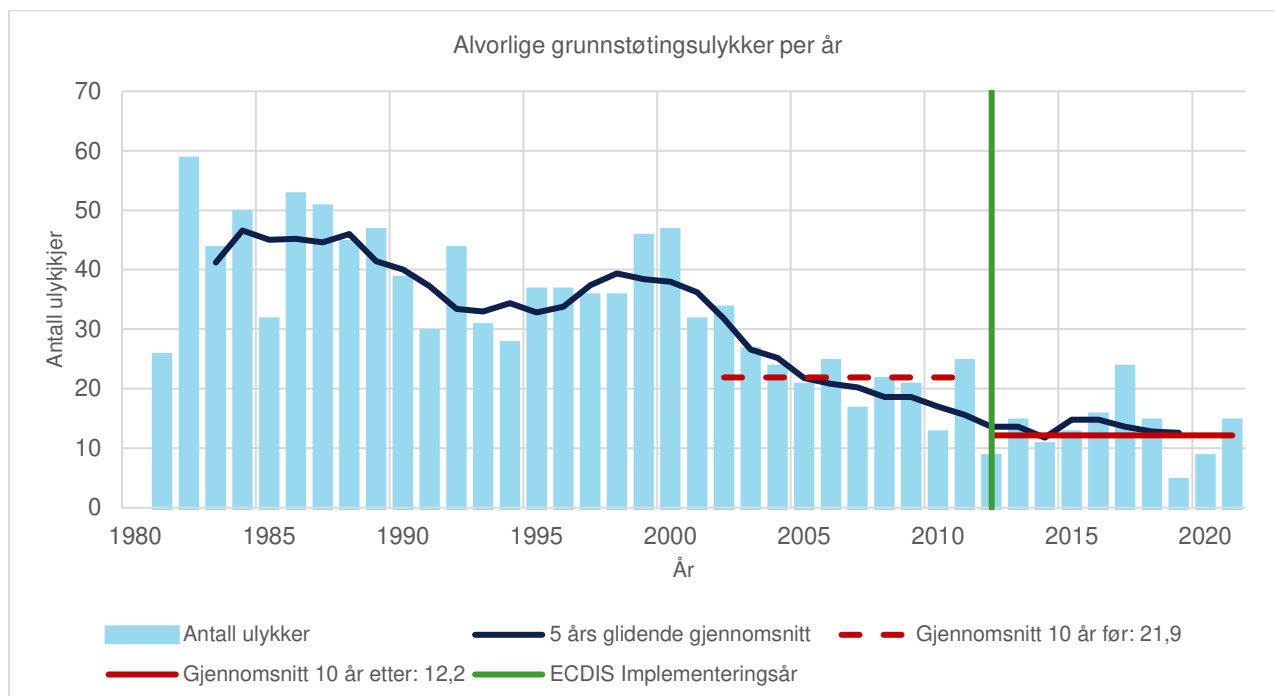
Pålitelighet og validitet

Det er kun brukt alvorlige grunnstøtingsulykker siden disse anslås å ha en lavere grad av påvirkning av underrapportering, samt eventuelle endringer i innrapportering eller fokus på rapporteringsplikten av ulykker. Datagrunnlaget anslås å være tilstrekkelig og med god pålitelighet.

I likhet med analysen av AIS, ser vi også her at det har vært en jevn nedgang i antall alvorlige ulykker før innfasingsperioden. Selv om snitt før og etter viser en positiv trend ser vi også at under innfasingsperioden har antallet ulykker flatet noe ut, og hatt en liten økning, før deretter å synke litt igjen.

Det kan imidlertid stilles spørsmål om når den reelle innføringen av ECDIS ombord skip egentlig skjedde. Ettersom ECDIS kunne erstatte papirkart allerede fra år 2000, kunne dette også vært vurdert som innføringsår. Dette ville gitt en reduksjon i antall på alvorlige grunnstøtingsulykker på 27 %. Ettersom trenden har vært jevnt synkende siden 2000 kunne man også sett på forskjellen i periodene 1990 – 2000 og 2010-2020, noe som ville gitt en reduksjon i antall alvorlige grunnstøtingsulykker på 63 %. Dette er et veldig høyt tall på samlet effekt under perioden, vesentlig høyere enn andre studier som er gjort på ECDIS, så her er usikkerheten høy. Det antas her at ECDIS bare er en del av en total nedgang på 63 % og sannsynligvis ikke vil utgjøre hele reduksjonen.

Det er svært mange forskjellige årsaker til alvorlige grunnstøtinger. Som nevnt ovenfor, vil det derfor ikke være riktig å tilegne hele denne effekten til ECDIS. Vi kan likevel si at ECDIS, sammen med andre tiltak, kan potensielt ha hatt en samlet effekt på 44 % for ulykkeshyppigheten av alvorlige grunnstøtinger i norske farvann.



Figur 4-4 Antall registrerte alvorlige grunnstøtingsulykker per år med innføring av ECDIS.

4.2.5 Litteraturstudie

En litteraturstudie om effekten av ECDIS ble presentert i en DNV-rapport fra 2012 som bakgrunnsrapport til Losutvalget [18]. Losutvalget viser til innføring av ECDIS som et kostnadseffektivt virkemiddel som i henhold til gjennomgangen i utredningen konkluderes med å kunne redusere grunnstøtingsfrekvensen med 30-40 % [31].

4.2.6 Konklusjon

Det kan antas at ECDIS, og kompetansen i bruk av dette systemet, har blitt betydelig forbedret siden det først ble tillatt som erstatning for papirkart i 2000, men det er vanskelig å si noe om hvordan denne utviklingen har påvirket effekten.

I analysen ble det undersøkt om det er mulig å se noen effekt av implementering av ECDIS i norske farvann ved å studere antall grunnstøtingsulykker før og etter implementeringsåret. I analysen ble det valgt å benytte 2012 som implementeringsår, men det kan også argumenteres for at ECDIS kunne ha en effekt på sjøsikkerheten tidligere enn det. Avhengig av valg av implementeringsår (2012, 2000 og perioden 1990-2000 mot 2010-2020), gir dette en effekt på henholdsvis 44 %, 27 % og 63 %. Her kan det tolkes som at ECDIS, sammen med alle andre tiltak, potensielt kan ha hatt en samlet effekt på opp mot 44-63 % for ulykkeshyppigheten av alvorlige grunnstøtinger i norske farvann. Resultatene er imidlertid påvirket av betydelig støy, dvs. generelle trender og andre tiltak under analyseperioden, og kan derfor ikke brukes som tallverdi for effekten av ECDIS isolert.

Det er ikke funnet andre nyere referansestudier siden Losutvalget, noe som gjør at estimatet på redusert grunnstøtingshyppighet fortsatt ligger i området 30-40 %.

Tabell 4-2 Reduksjon i ulykkeshyppighet med innføring av ECDIS.

Ulykketype	Snittverdi (%)	Nedre verdi %	Øvre verdi %
Grunnstøting under motorkraft	35 %	30 %	40 %
Kollisjon (mellom skip)	-	-	-

4.3 Brovaktalarm (BNWAS)

4.3.1 Om brovaktalarm

Brovaktalarm (Bridge Navigation Watch Alarm System - BNWAS) er en teknisk innretning som registrerer aktivitet på skipsbroen og varsler hvis bevegelse ikke detekteres. Brovaktalarmen skal passe på at de som har vakt ikke skal sovne eller være for lenge borte. Brovaktalarmen skal aktiveres automatisk når skipet er underveis. IMOs ytelsesstandard for brovaktalarm kom i 2002, og implementeringskravet ble innført for alle passasjerskip og alle skip over 150 bruttotonn i perioden 2011 til 2014. Det har også vært krav til brovaktalarm for norske fiske- og fangstfartøyer siden 1997. Det er nå krav til brovaktalarm på alle norske fartøyer over 12 meter etter at Sjøfartsdirektoratet oppdaterte «Forskrift om navigasjonshjelpemidler for skip og flyttbare innretninger» 1. juli 2022 [39].

4.3.2 Kvalitativ beskrivelse av risikoreduksjon

Det er kjent at et høyt antall navigasjonsfeil skjer fordi offiserer på brovakt sovner [35]. Danmark og Bahamas analyserte en rekke grunnstøtinger og kollisjoner knyttet til brovakt-årsaker på skip. Resultatet av analysen viste at en operativ brovaktalarm ville ha forhindret mange av ulykkene [35]. I 2007 leverte Japan ulykkesstatistikk og årsaksgranskning, relatert til temaet, til IMO (Sub-Committee on Safety of Navigation). Statistikken viste at et betydelig antall sjøulykker rundt Japan er relatert til at vakthavende sovner. Rundt 10 % av alle ulykker, og en tredjedel av grunnstøtinger, skyldes at vakthavende på broen sovnet på vakt [36].

To hovedtyper av brovaktalarm-systemer er i bruk i dag, hver med sine fordeler og ulemper. Det ene systemet krever at vakthavende må trykke på en knapp med jevne mellomrom for ikke å utløse alarmen. En ulempe med denne løsningen er at det vil i praksis medføre en ekstra oppgave for vakthavende offiserer. Dette kan dermed ta fokus bort fra andre viktige oppgaver, som utkikk og vakthold. Løsningen kan derfor oppfattes som et stressende element [18].

Det andre systemet inkluderer et sett av sensorer som registrerer aktiviteten på broen. På den måten trenger ikke vakthavende å måtte trykke på «reset knappen» med jevne mellomrom. Sjøfartsdirektoratet tillater bruk av IR-sensor basert på bevegelse og varmesøkende funksjon som tilleggsutstyr, så lenge det ikke forringer brovaktalarmens funksjon, gjennom rundskriv RSV-6/2006 [37]. Dette systemet vil i motsetning til førstnevnte system i utgangspunktet ikke medføre en ekstra arbeidsbelastning for navigatørene.

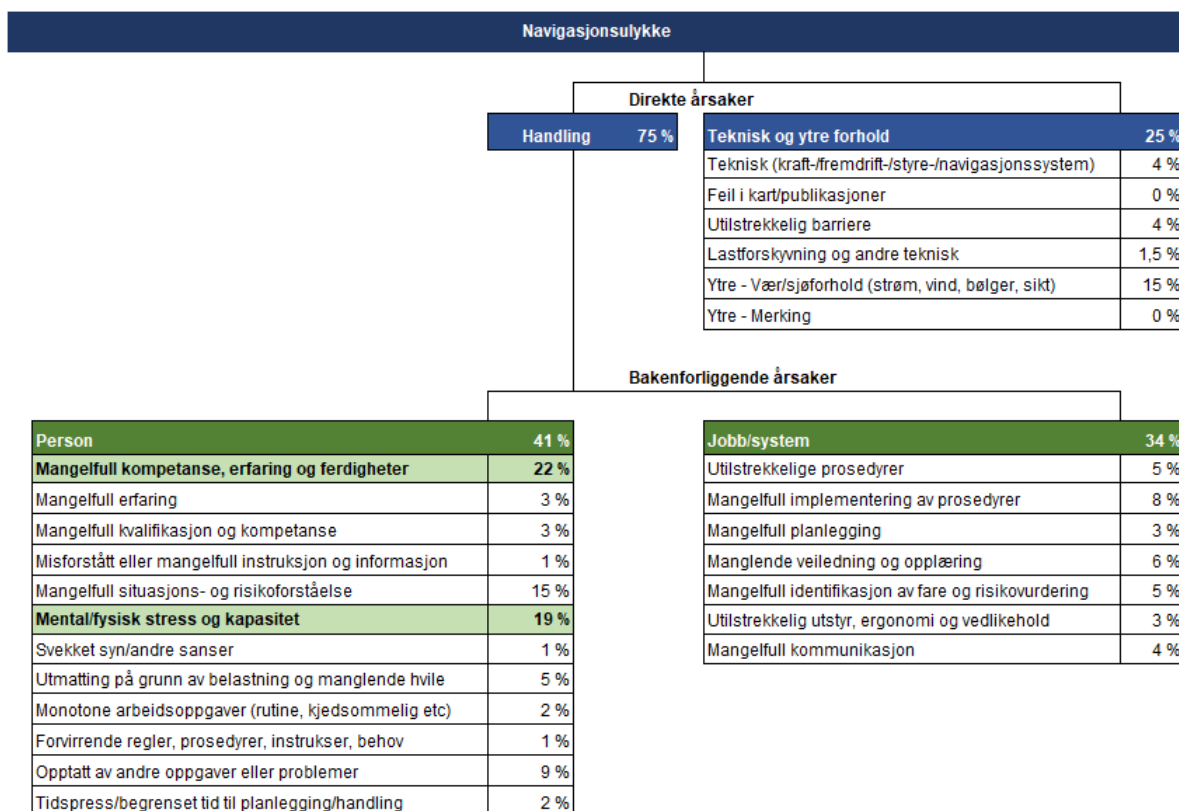
I 2006 utførte den Danske Søfartsstyrelsen en brukerundersøkelse om bruk av brovaktalarm på danske skip. Et av spørsmålene var: «Ser du på brovaktalarm for å være del av sikkerhetsutstyret på broen som beskytter skipet og mannskapet?» Her svarte 93 % av navigatørene «ja». Dette gir en indikasjon på at vakthavende anser generelt brovaktalarm som en faktor som øker navigasjonssikkerheten [38].

Svarene fra den danske studien belyste også oppfattelsen av de to hovedtypene av brovaktalarm-systemer, nevnt ovenfor. Omtrent halvparten av de mottatte svarene ble gitt fra skip utstyrt med «reset-knapp». Vakthavende på slike skip følte generelt at brovaktalarmen her var en kilde til irritasjon og distraksjon. Ca. 20 % av vakthavende offiserer har funnet brovaktalarmen irriterende på grunn av mange alarmer [38]. På skip med et system som inkluderer sensorer som registrerer bevegelse på brua, ble det oppgitt at disse gav svært få alarmer. Offiserene på slike skip betraktet generelt brovaktalarmen til å være betryggende. Ingen element av irritasjon ble funnet i svarene i forbindelse med denne type brovaktalarm [38].

Av litteraturstudien og brukerundersøkelsen som den Danske Søfartsstyrelsen utførte kan vi generelt si at en brovaktalarm vil gi en nytte i form av reduserte grunnstøting- og kollisjonsulykker. Dog, det må også bemerkes at systemet har blitt kritisert for kun å være en «quick-fix-løsning» som ikke gjør noe med selve hovedproblemet og utfordringer som knyttes til bemanning på bro og hviletidsbestemmelsene.

4.3.3 Virkning på årsaksforhold

Det er gjort en forenklet kvalitativ analyse ved å se på hvilke årsaksforhold som brovaktalarm kan påvirke ved å benytte årsaksmodellen, slik presentert i kapittel 3.2, og gjengitt i Figur 4-5. Vi har her valgt å bruke årsaksmodellen for navigasjonsulykker hvor det er benyttet farledsbevis.



Figur 4-5 Forenklet årsaksmodell for navigasjonsulykker hvor det er benyttet farledsbevis.

Basert på den kvalitative beskrivelsen av risikoreduksjon i forrige kapittel, får vi at brovakt påvirker følgende vesentlige årsaker til navigasjonsulykker:

- Utmatting på grunn av belastning og manglende hvile
- Opptatt av andre oppgaver eller problemer

Det må her nevnes at brovaktalarm er en «reaktiv» sikkerhetsbarriere, i den form at den ikke løser den egentlige utfordringen med manglende hvile og etterlevelse av vaktforskriften, men at det er en barriere som potensielt kan hindre at navigator sovner og at fartøyet dermed grunnstøter.

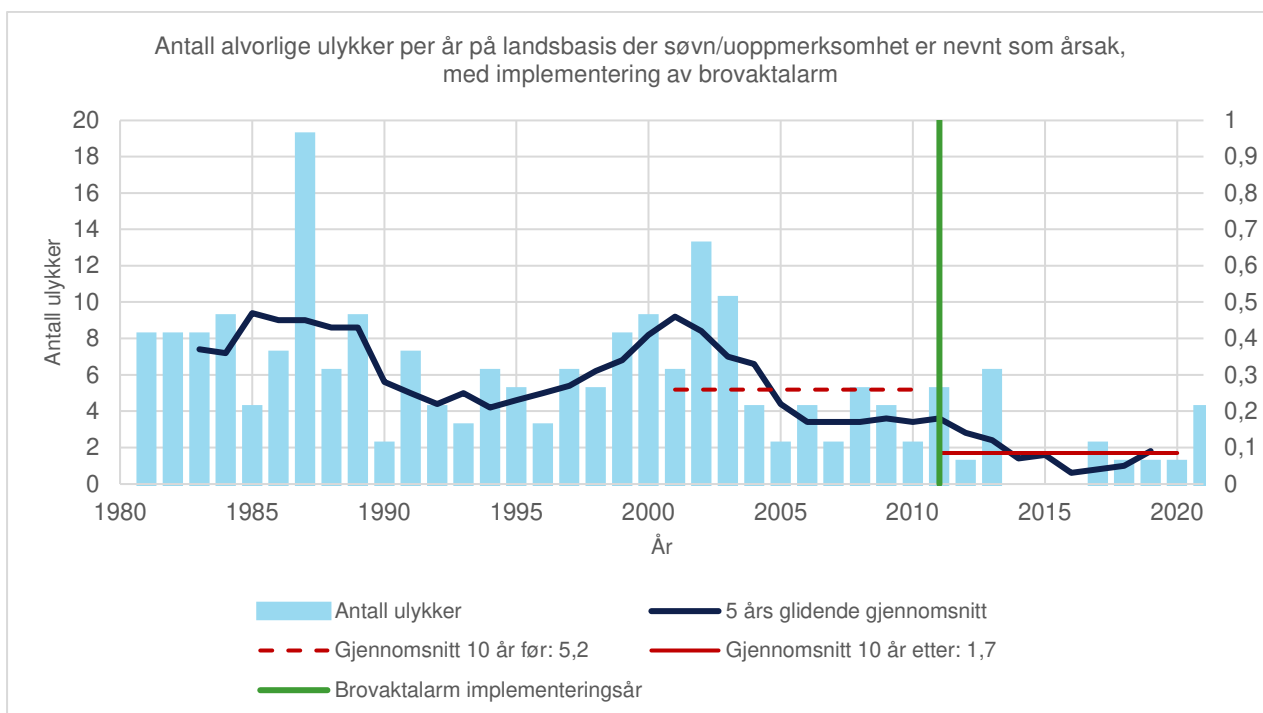
4.3.4 Analyse av ulykker før og etter implementering

I et forsøk på å kvantifisere effekten av brovaktalarm er det undersøkt om det er mulig å se noen virkning i norske farvann. Dette er gjort ved å studere antall grunnstøting- og kollisjonsulykker før og etter implementeringsåret. Ulykkene er filtrert slik at det kun er tatt med de ulykkene der søvn/uoppmerksomhet er nevnt som bakenforliggende/medvirkende årsak.

Datainnsamling og analyse

Ulykkene er basert på SDU. Vi har filtrert ulykkene slik at vi kun har med de ulykkene der søvn/uoppmerksomhet er nevnt som bakenforliggende/medvirkende årsak. Her var det nok ulykker til at vi kunne benytte oss av alvorlige ulykker.

Figur 4-6 viser antall registrerte alvorlige ulykker per år, med et 5 års glidende gjennomsnitt for å tydeliggjøre trenden. Innfasingsperioden for brovaktalarm er markert i grønt, og de to røde strekene viser tiårsperiodene før og etter innføringsåret 2011. Disse danner grunnlaget for snittet før og etter, som gir oss en endring i ulykkeshyppigheten.



Figur 4-6 Antall registrerte alvorlige ulykker per år på landsbasis der søvn/uoppmerksomhet er nevnt som årsak, med innføring av brovaktalarm

Funn

Ved å benytte snittene 10 år før og 10 år etter innføringsåret for brovaktalarm gir det en reduksjon i antall alvorlige ulykker på 67 %. Ved å anvende de samme to tiårsperiodene på totale antallet alvorlige ulykker får vi en reduksjon på 45 %.

Pålitelighet og validitet

Den beregnede risikoreduksjonen er betydelig, og sett i forhold til andre type tiltak og studier, er det lite troverdig at reduksjon skal være såpass stor. På samme måte som for AIS og ECDIS, kan i alle fall ikke hele denne effekten tillegges brovaktalarm, ettersom det har vært andre risikoreduserende tiltak innenfor det samme tidsrommet med mulig påvirkning på denne typen ulykker. Det har blant annet vært flere endringer i lovene og forskriftene som omhandler hviletid for sjøfolk. Samtidig er det også mulig at brovaktalarm har hatt en effekt tidligere, da det ble påkrevd for fiske- og fangstfartøyer allerede i 1997.

Brovaktalarmer har vært tilgjengelige i en lengre periode før det ble innført krav igjennom IMO, det er derfor også her grunn til å vurdere innfasingsperioden. Noen eksperter mener at brovaktalarm generelt var lite vanlig før det ble innført krav om det, og at det kun var de mest fremoverlente rederne som hadde det.

4.3.5 Litteraturstudie

Basert på prosjektet "Project on sub-regional risk of spill of oil and hazardous substances in the Baltic Sea (BRISK)" fra 2012 anslås det at brovaktalarm vil gi en redusert kollisjon- og grunnstøtingsfrekvens av skip på 5 % dersom skipet er uten los. Hvis en los er ombord, er det antatt ingen risikoreduserende effekt [40]. Det har ikke vært mulig å vurdere påliteligheten eller validiteten av denne studien. Det er ikke funnet andre kilder som har estimert eller kvantifisert effekten av brovaktalarm.

4.3.6 Konklusjon

Det har vært en positiv utvikling de siste årene, hvor vi har sett en nedgang i ulykker relatert til å sovne på vakt. I Sjøsikkerhetsanalysen 2014 var *sovnet på vakt* den dominerende underkategorien med 37%, men tallene for årsaksanalysen i 2022 viser en positiv trend med nedgang til 13 % i denne kategorien. Det er sannsynlig at denne nedgangen har sammenheng med at dette har vært et fokusområde, og brovaktalarm er eksempel på tiltak som er innført.

Selv om det er en positiv trend ser vi fortsatt indikasjoner på, gjennom ulykkesrapporter og AIS-analyser om hvordan fartøyer har beveget seg i forkant av en grunnstøting, at sovnet på vakt stadig er en dominerende årsak til ulykker i 2022. Det har blant annet vært påvist enkelte hendelser der navigatørene har utstyrt broen med en snor eller lignende gjenstander som vil gi en kontinuerlig bevegelse som sensorene fanger opp [18]. Ulykker med *sovnet på vakt* er blitt redusert, men en har på langt nær luket bort alle.

I estimatet på redusert kollisjon- og grunnstøtingsfrekvens tar vi utgangspunkt i 5 % fra BRISK prosjektet (settes som nedre verdi). Ved å benytte snittene 10 år før og 10 år etter innføringsåret for brovaktalarm i norske farvann ser vi en betydelig reduksjon i antall alvorlige ulykker. Hvor mye vi skal vekte denne analysen, ettersom den også tar inn generelle trender og effekter av andre tiltak, er vanskelig å si. Vi har imidlertid valgt å vekte denne lavt grunnet høy usikkerhet, men at estimatet dras noe opp er allikevel rimelig å anta. Vi har derfor satt et estimat på 10 % for snittet/forventet verdi. En øvre verdi har vi ikke nok grunnlag for å si noe om her, annet enn den samlede effekten på 45 % på alvorlige ulykker som vist i kapittel 4.3.4.

Tabell 4-3 Reduksjon i ulykkeshyppighet med innføring av brovaktalarm.

Ulykkestype	Snittverdi (%)	Nedre verdi %	Øvre verdi %
Grunnstøting under motorkraft	10 %	5 %	-
Kollisjon (mellom skip)	10 %	5%	-

4.4 Los og farledsbevis

4.4.1 Om losplikten

Los og farledsbevis sikrer en trygg seilas ved å sørge for at fartøy har tilstrekkelig farvannskompetanse om bord. Losplikten oppfylles ved å ta los eller bruk av farledsbevis. Det er lospliktforskriften som definerer hvilke fartøy som er lospliktige og hvilke farvann losplikten gjelder for. Hovedregelen er at alle fartøy på 70 meter eller mer og passasjerfartøy på 50 meter eller mer er lospliktige når de er underveis i farvann innenfor grunnlinjen. For fartøy med dobbeltskrog som frakter farlig eller forurensende last i bulk er lengdegrensen 50 meter, og for enkeltskrog 35 meter¹².

Farledsbevis utstedes av Kystverket og gir navigatører lov til å seile uten los i et spesifikt farvann. En bestått farledsbevisprøve sikrer at navigatøren har de nødvendige farvannskunnskaper for å gjennomføre en sikker seilas. For klasse 1 og 2 må prøven gjennomføres ombord i fartøyet hvor søker blir evaluert av en statslos. For klasse 3 kan rederiene bruke en farledsbevisassessor istedenfor statslos [16].

Den tredje måten å oppfylle losplikten på er gjennom tillatelse til autonom kystseilas¹³ [22]. Med «autonom kystseilas» menes her seilaser i lospliktige farvann der navigering og manøvrering av skipet ikke ivaretas av skipsfører som befinner seg på fartøyet bro. Navigering og manøvrering av skipet kan være overlatt til systemer som automatisk fører fartøyet, eller til skipsfører som befinner seg andre steder enn fartøyet bro (fjernstyring) [22]. For vurdering av effekt av autonome skip, funksjoner og fjernstyrte operasjoner henviser vi til kapittel 4.8.

4.4.2 Kvalitativ beskrivelse av risikoreduksjon

Los

Losing defineres som veiledning ved los under navigering og manøvrering av fartøy. Losen skal veilede skipsføreren, eller den som fører kommandoen i skipsførers sted, slik at navigeringen og manøvreringen av fartøyet skjer på en sikker måte. Under losingen skal losen være på kommandobroen eller der losingen ellers best kan utføres¹⁴.

Selv om losen i dag har tilgang til stadig mer avanserte digitale verktøy, er det fremdeles kompetanse rundt farled og kyst, værforhold og seilingsrutiner som er hovedproduktet som tilbys fra losen og Kystverket [16]. Betydningen av å ha en ekstra navigatør på broen er også en del av den risikoreduserende effekten.

Noen av de viktige effektene av los er oppsummert under. Dette kommer i tillegg til den kompetansen som allerede er på skipsbroen.

- Brobesetningen får tilført ekstra *kompetanse* ved bruk av los (på grunn av størrelse, type last, farvannets beskaffenhet etc.), selv om de har kompetente navigatører ombord.
- Losen kommer inn som ekstra *ressurs* på broen, så lenge andre i brobesetninger opprettholder sin tilstedeværelse og plikter.
- Losen har bare *én oppgave*, mens en farledsbevisnavigatør har flere oppgaver.
- *Losleksa og farvannskjennskap* som losene har, i tillegg til oppdaterte kart.
- Losen kan påvirke eventuelt dårlig *ledelse og kultur på broen*, gjennom god BRM og tydelighet (få kontroll).
- Losen kan støtte brobesetning ved *særskilte hendelser eller ulykker*, og støtte med *koordinering* opp mot beredskapsressurser.

¹² For detaljert beskrivelse av lospliktige fartøy og lengdebegrensninger henviser vi til Forskrift om losplikt og bruk av farledsbevis (lospliktforskriften)

¹³ Kystverket informerer om at det pr i dag ingen som har søkt om eller fått slik tillatelse.

¹⁴ Havne og farvannsloven § 23.

Farledsbevis

Farledsbevis er et sertifikat som gir navigatører lov til å seile i et spesifikt farvann med et lospliktig fartøy uten å bruke los. For å få farledsbevis må følgende være på plass [16]:

- Ha gyldig dekksoffiserssertifikat
- Oppfylle krav om seilingserfaring
- Ha bestått farledsbevisprøve

Kystverket utøver en differensiert farledsbevisordning. Ordningen omfatter farledsbevisklasse 1-3 og opplæringsordningen kadettfarledsbevis. For farledsbevis klasse 2/3 stilles krav om minst ett års effektiv fartstid inkludert fartstid i aktuell led, eller 5 seilas i løpet av de siste 12 månedene i aktuell led. Navigatørene kan avlegge representative farledsbevisprøver for større områder. Farledbevisklasse 1 gjelder for de mest erfarne, og stiller krav til minste tre års effektiv fartstid inkludert tre seilaser hver vei i aktuell led siste 5 år, eller 10 seilaser hver vei i aktuell led de siste 24 månedene. Navigatøren må opp til farledsbevisprøve med statslos i hver enkelt farled. Klasse 1 gir utvidede rettigheter i farleder med lokale begrensninger og kan benyttes med fartøy over 150 meters lengde [16].

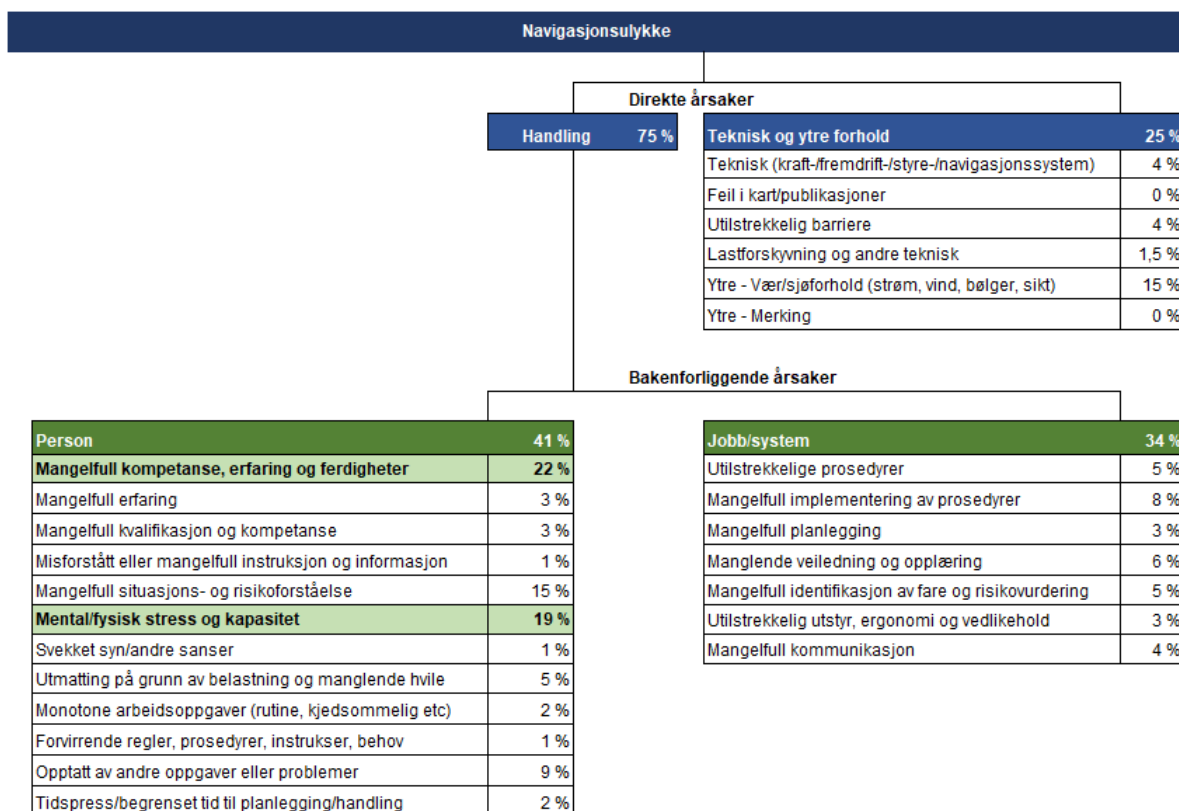
Noen av de viktige effektene av farledsbevis er oppsummert under:

- Kunnskap om farvannet, både gjennom dokumentert seilingserfaring og farledsbevisprøve.
- Under farledbevisprøven skal kandidatene blant annet kunne:
 - Gjennomføre en sikker seilas uten å kontinuerlig observere seilassen på ECDIS
 - Observere sin seilas på ECDIS
 - Sikker navigering (blant annet; plassere seg riktig, bruke referanser, lokalisere og bruke navigasjonsmerker, kjenne til dybder/grunner og strømforhold, identifisere RACON fyr, vise god kunnskap om praktisk radarbruk og kunne lokalisere visuelle merker og ta ut posisjon ved hjelp av radar
 - Teoretisk gjøre rede for nødvendig kunnskap om tilstøtende farvann som fremgår av søknaden og som ikke dekkes av prøvestrekningen.

Som listet ovenfor er det mye av erfaringen og kunnskapen i en farledsbevisprøve som relateres til årsaksforhold som angår grunnstøting. Men, det er også elementer som angår kollisjon, eksempelvis med riktig plassering i farleden og kommunikasjon, samt å kunne identifisere områder med mye kryssende trafikk.

4.4.3 Virkning på årsaksforhold

Det er gjort en forenklet kvalitativ analyse ved å se på hvilke årsaksforhold som farledsbevis kan påvirke ved å benytte årsaksmodellen, slik presentert i kapittel 3.2, og gjengitt i Figur 4-7. Vi har her valgt å bruke årsaksmodellen for navigasjonsulykker hvor det er benyttet farledsbevis.



Figur 4-7 Forenklet årsaksmodell for navigasjonsulykker hvor det er benyttet farledsbevis.

Basert på den kvalitative beskrivelsen av risikoreduksjon i forrige kapittel, får vi at farledsbevis kan påvirke følgende vesentlige årsaker til navigasjonsulykker:

- Mangelfull erfaring
- Mangelfull kvalifikasjon og kompetanse
- Mangelfull situasjons- og risikoforståelse, gjennom erfaring med spesifikke lokasjoner/farvann.

For seilaser med los anses følgende å komme i tillegg:

- Ytterligere kompetanse (losleksa og farvannskjennskap som losene har, i tillegg til oppdaterte kart)
- Losen kommer inn som ekstra ressurs på broen, så lenge andre i brobesetninger opprettholder sin tilstedeværelse og plikter, og kan påvirke mental/fysisk stress og kapasitet.
- Mangelfull identifikasjon av fare og risikovurdering
- Mangelfull kommunikasjon

4.4.4 Analyse av ulykkeshyppighet for seilaser med los og farledsbevis i norske farvann

Analysen er utført av Kystverket som del av Sjøsikkerhetsanalysen. DNV har vært med på validering av analysemetodikken. Grunnlaget for beregning av effekter i denne analysen er antagelsen om at mengden utseilt distanse mellom hver grunnstøting gir effekttestimatet. Analysen bruker utelukkende ulykkesdata for lasteskip, men her inngår også offshoreskip og arbeidsfartøy. Fiskefartøy, passasjerskip og fritidsbåter er dermed utelatt. Ulykkesdataene er hentet fra SDU, hvor det er spesifisert felt om losplikt, herunder om det var los eller farledsbevis involvert i ulykken.

Resultatene under er hentet fra Kystverkets dokument «Virkning av Los og Farledsbevis - Kvantitativ effektanalyse» [17]. For detaljert beskrivelse av datagrunnlag, metodikken og validering henviser vi til nevnte dokument.

Tabell 4-4 viser resultatet av analysen. Den risikoreduserende effekten av los på grunnstøting er beregnet til å være 29 %, mens den risikoreduserende effekten av los sammenlignet med farledsbevis er 21 %.

Tabell 4-4 Risikoreduserende effekt av los på grunnstøting [17].

Virkemiddel	Risikoreduserende effekt	Risikoøkning ved bortfall
Los i forhold til referanse	29 %	41 %
Farledsbevisordning i forhold til referanse	11 %	12 %
Los i forhold til farledsbevis	21 %	26 %

4.4.5 Litteraturstudie

Metoden som Kystverket brukte for å finne risikoreduserende effekt av los ved å beregne hyppighet av ulykker, ser vi også er brukt i andre studier. Felles for denne tilnærmingen er estimeringen av ulykkeshyppighet, som presenterer antall forventende hendelser per eksponeringsenhet. Denne eksponeringsenheten kan eksempelvis være mengden utseilt distanse, antall seilaser/anløp/oppdrag, eller antall operasjonstimer.

Denne litteraturstudien presenterer først studier som har benyttet nevnte metode, og deretter andre studier hvor det ikke har vært mulig å identifisere hvilken metodikk som er brukt. Vi har likevel indikasjoner på at sistnevnte studier ofte er basert på litteraturgjennomgang og/eller ekspertvurderinger.

Det må også nevnes at i DNVs tidligere rapport for Losutvalget ble den prosentvise reduksjonen for grunnstøting og kollisjon ved innføring av lostjeneste vurdert til å variere mellom 10 og 50 % [18]. Dette intervallet var basert på tidligere rapporter utført av DNV for Kystverket, tekniske forskningsrapporter, og andre studier. I en risikoanalyse utført av DNV i 1999, for Australske myndigheter, brukes en risikoreduserende effekt av los for grunnstøtinger på 51 % [21].

Beregning av effekt med bruk av ulykkeshyppighet og eksponeringsdata

Studiene gjengitt under beregner ulykkeshyppigheten for ulykker med og uten los. Dette baseres på databaser med registrerte ulykker og en valgt eksponeringsenhet, oftest gitt som distanse eller tid.

Park H.G et.al. (2019) – Ulykkeshyppighet med bruk av los i Korea

Formålet med studien var å analysere ulykker med los, og vurdere ulykkeshyppigheten for ulike aldersgrupper av los [14]. Dette skulle brukes som bakgrunnsmateriale for en pågående diskusjon i Korea rundt mulig heving av pensjonsalderen for losere. Etter å ha samlet inn data for perioden 2004 til 2013, fremla studien to beregninger av sannsynligheten for ulykker med los; den første på grunnlag av antall losoppdrag og den andre basert på antall timer med losoppdrag.

Det ble funnet en ulykkesansynlighet på 0,004 % for los-seilaser, dvs. en skipsulykke for hvert 25 000 losoppdrag. Ulykkesfrekvensen per time losoppdrag ble beregnet til $3,1 \times 10^{-5}$. Analysen har ikke vurdert ulykkeshyppigheten for ulykker uten los. En eventuell tilnærming mot farledsbevis kan derfor ikke gjøres.

Taýan (2019) og Gursoy (2019) – Sammenligning av ulykker med og uten los i Tyrkia

I en masteroppgave fra 2019 ble effekten av los vurdert for farvannet ved Istanbul¹⁵. Vi har ikke hatt tilgang til masteroppgaven, men har gjengitt resultatet basert på en presentasjon holdt på et IMPA-seminar i 2022 [13]. Oppgaven så på antall ulykker, med og uten los, som hadde inntruffet i perioden 2004-2019. Deretter sammenlignet de antallet ulykker med eksponeringsdata i form av antall seilaser over samme tidsperiode [11]. Data for ulykker var hentet fra en annen masteroppgave (Gursoy, 2019¹⁶). Datasettet for ulykker med los inkluderte tre skipskollisjoner og ni grunnstøtinger. Datasettet for ulykker uten los inkluderte 47 skipskollisjoner og 64 grunnstøtinger [12]. Flesteparten av de registrerte seilasene var med fartøy under 150m.

Basert på dataene for ulykker med fartøy under 150m konkluderte oppgaven med at seilaser med los hadde en ulykkesrisiko som var 59 ganger lavere enn seilaser uten los. Dette var basert på en beregning av sannsynligheten for ulykke på 0,00102 % for seilaser med los, mens seilaser uten los ble beregnet til 0,060004 % [13]. Dette tilsvarer en reduksjon på omtrent 98 %.

DNV har ikke hatt mulighet til å validere data eller metodikk som er brukt i analysen. Skal man tro analyseresultatet har bruken av los i dette farvannet hatt en betydelig påvirkning på å redusere ulykkesrisikoen for grunnstøting og kollisjon.

TEMS (2020) – Sammenligning av ulykker med og uten los i Danmark og USA

Transport Economics and Management Systems Inc. (TEMS) utførte i 2020 en kostnytte-studie av effekten av los¹⁷. Ulykker fra Danmark og USA ble brukt som grunnlag for analysen. For Danmark ble det brukt navigasjonsulykker i rutesystemet som dekker farvannet fra Skagen og ned til Storebælt. 67 seilaser uten los, med et snitt på 6,3 registrerte ulykker¹⁸, ble sammenlignet med 1 743 seilaser med los, hvor det ikke var registrert noen ulykker.

For USA ble grunnstøtinger med tankskip i Puget-fjorden analysert¹⁹. Av 20 000 seilaser med los ble det funnet 28 grunnstøtinger, og i disse hendelsene ble det ikke benyttet slepebåt/eskorte-assistanse. Med bruk av slepebåt/eskorte-assistanse var det ikke registrert noen ulykker med los. Studien konkluderte med at seilaser med los hadde en ulykkesrisiko som var 44 ganger lavere enn seilaser uten los.

Siden analysen fra USA kun inneholder seilaser med tankskip og los, kan den ikke brukes til å gjøre en generell sammenligning mellom los og farledsbevis. Analysen av ulykkesdata fra Danmark er svært skjevfordelt, da eksponeringsdata for antall seilaser inneholder hovedsakelig seilaser med los (96 %). Det fantes heller ingen data for ulykker med los. Kysten av Danmark er også vesentlig forskjellig fra norske farvann, hvor vi i Norge har en stor andel av skipstrafikken som seiler innaskjærs.

Analysen gir indikasjon på en betydelig risikoreduksjon ved bruk av los. Selve tallfestingen av den prosentvise effekten anser vi derimot ikke å ha tilstrekkelig grad av pålitelighet eller validitet til å kunne bli brukt som kilde for Sjøsikkerhetsanalysen. Ulykkesbildet for tankskip med los er også relativt likt det vi har i norske farvann, hvor det heller ikke har vært store navigasjonsulykker med tankskip som bruker los og eskortebåt, med unntak av kollisjonshendelsen med Helge Ingstad.

¹⁵ TAÝAN (2019) Ship Transitions from Turkish Straits and Analysis of Transition Times

¹⁶ Gursoy (2019) Analysis of Ships' Accidents and Defects at Istanbul Strait, Master's Thesis

¹⁷ Quantifying the Value of Maritime Pilotage

¹⁸ Ukjent enhet

¹⁹ Området grenser til Canada, og ofte blir Canada også referert til for denne studien.

Andre studier

I dette avsnittet gjengis effekten av los fra andre studier hvor det er mer uklart hvilken metode som er brukt. Flere rapporter og studier belyser temaet, og gir indikasjon på at innføring av lostjenesten i farvann med høy risiko vil ha en betydelig risikoreducerende effekt.

Lentz A. & Kroon I. B. (2009) – Risikoreducerende effekt av los på ulykker i Tyrkia

Ifølge rapporten av Lentz A. and Kroon I. B, ble bruk av los vurdert til å gi en risikoreduksjon for grunnstøting på 10-55 %, samt en risikoreduksjon for kollisjon på 8-52 % [19]. Dette var estimerer for øvre og nedre grenser, og som vi ser gir det relativt store spenn. Rapporten indikerer også at effekten av lostjenesten vil variere fra farled til farled. Risikobildet i farleder vil variere, og derfor vil også effekten av lostjenesten variere [19].

Rusli (2011) – Effekten av innføring av losplikt for seilaser i Torres Strait

Beskrivelser av analysen og funn er gjengitt basert på DNVs rapport for Losutvalget. Torres Strait er sundet mellom det nordøstlige Australia og sørlige New Guinea. Det er et utfordrende område å navigere i, og det er definert som et spesielt sensitivt sjøområde. Australia innførte losplikt i 2005. I rapporten av Rusli (2011)²⁰ ble innføringen av losplikt kommentert som effektiv, samt at tiltaket kunne redusere risikoen for ulykker. Studien påpekte at innføring av los kunne redusere risikoen for grunnstøting i Torres Strait med 45 %, og risikoen for kollisjon med 57 %. Videre ble det konkludert med at innføring av los kunne føre til en reduksjon for grunnstøting med 54 % og kollisjon med 67 % i the Prince of Wales Channel [18].

Gucma L. & Azuga K. (2020) – Kostnytteanalyse for farled i Polen

L. Gućma & K. Azuga publiserte en vitenskapelig artikkel om effekten av los i journalen TransNav i 2020²¹. Studien utførte ikke egne beregninger av effekten av los, men det ble brukt gjennomsnittlige verdier basert på tidligere arbeider av Ozsoysal R. & Ozsoysal A. O. (2006), Lentz A. & Kroon I. B. (2010) og White M. (2000). Verdiene ble brukt i en kostnytte-evaluering som vurderte innføring av los på farleden Swinoujcie-Szczecin i Polen. Følgende prosentverdier ble brukt for risikoreduksjonen som følge av los på navigasjonssikkerhet [9]:

- Grunnstøting: 60 %
- Kollisjon: 55 %

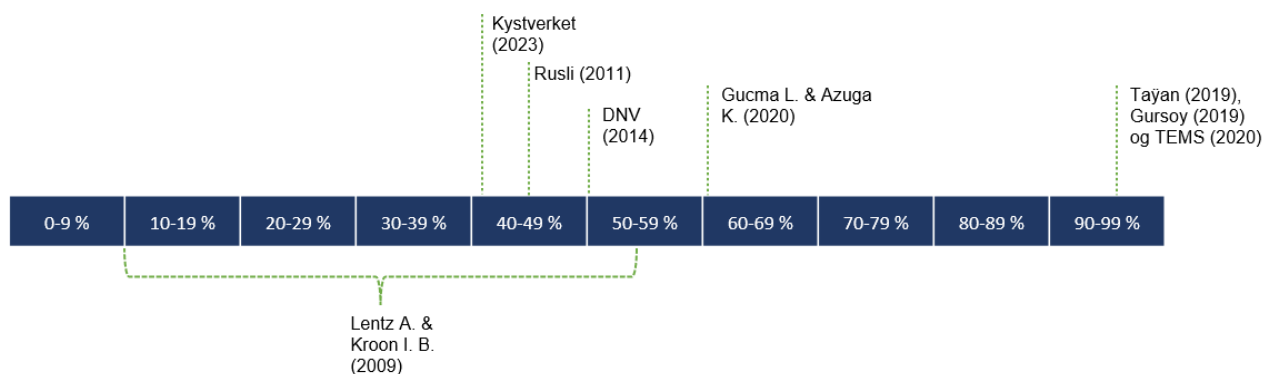
Studien utførte også en litteraturgjennomgang som omfattet andre studier fra 1970 til 2012. Der ble det funnet en risikoreduksjon på grunnstøting i området 50-80 %, og kollisjon i området 25-60 % [9]. I en rapport fra prosjektet Be-Aware (BRisk) er det også referert til studien av Lentz & Kroon (2010), hvor effekten av los ble estimert til 33 % [15].

²⁰ The application of compulsory pilotage in straits used for international navigation: A study of the straits of Malacca and Singapore

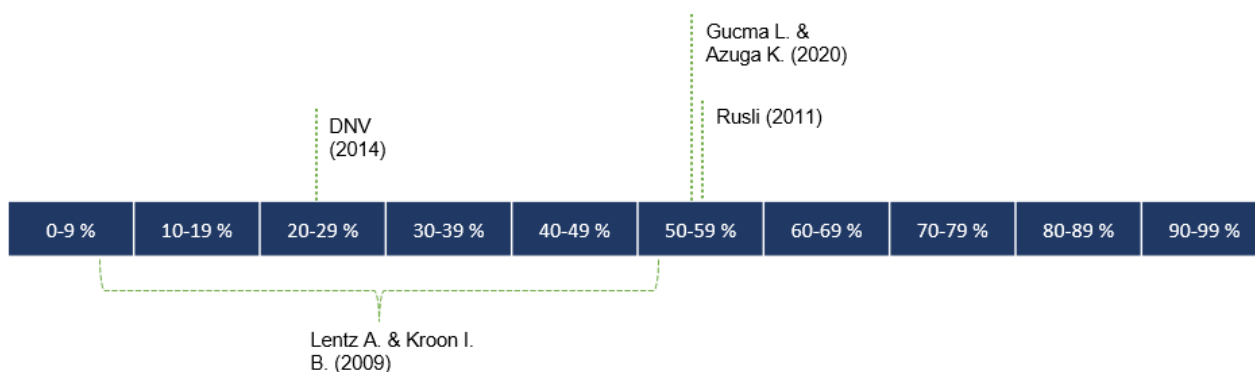
²¹ Analysis of the Impact of Exemption from Pilotage for 75m and 90m Long Vessels on the Fairway Swinoujcie-Szczecin

Oppsummering

Figur 4-8 og Figur 4-9 oppsummerer litteraturstudien gjennom en visuell fremstilling, for estimert effekt av los på grunnstøting og kollisjon. I figurene er hver studie plassert i tilhørende effekt-kategori. Som vi ser spenner estimatet på risikoreduerende effekt av los på grunnstøting fra 10 til 98 %, mens flesteparten av studiene er samlet rundt 40-60 %. For kollisjon er spennet snevret noe inn, og strekker seg fra 8 til 57 %.



Figur 4-8 Oppsummering av litteraturstudien for effekten av los på grunnstøting, fremstilt visuelt. Figuren viser hvilket estimat som er gitt for prosentvis reduksjon i antall ulykker.



Figur 4-9 Oppsummering av litteraturstudien for effekten av los på kollisjon, fremstilt visuelt. Figuren viser hvilket estimat som er gitt for prosentvis reduksjon i antall ulykker.

4.4.6 Konklusjon

Vi mener at studien utført av Kystverket i 2023 har den mest pålitelige, troverdige og relevante beregningen for effekten av los og farledsbevis. Studien beregnet en reduserende effekt for grunnstøtingshyppighet for los på 29 % og farledsbevis på 11 %. I Sjøsikkerhetsanalysen 2014 ble det brukt et estimat for los på 50 %, basert på litteraturgjennomgang. Det gir en reduksjon i effektestimater sammenlignet med forrige sjøsikkerhetsanalyse, men vi har nå mer pålitelige og validerte data som kan begrunne at effekten av los ligger i denne størrelsesorden. Det betyr ikke at effekten av los har blitt dårligere, men en har derimot fått mer troverdig og relevante data og redusert usikkerhet. Det må også nevnes at 29 % fortsatt er en signifikant risikoreduerende effekt. I denne sjøsikkerhetsanalysen er det ingen andre tiltak innenfor Kystverkets portefølje som har en høyere effekt på grunnstøting, enn los.

Generelt ser vi av litteraturgjennomgangen at risikoreduksjonen av los på kollisjoner estimeres lavere enn grunnstøting, selv om enkelte studier går i motsatt retning. Dette forklares hovedsakelig med at årsaksforholdene i kollisjonsulykker også består av en ekstern part, altså det andre skipet. Den eneste måten losen kan påvirke det andre skipet er gjennom

kommunikasjon, ved bruk av radio, visuelt og lyd, i tillegg til plassering. I Sjøsikkerhetsanalysen 2014 ble det brukt et estimat på 25 % for effekten på kollisjon, altså det halve av effekten på grunnstøting. Det er ingen nyere studier som er såpass troverdige og relevante at det gir grunnlag for å endre denne antagelsen. Vi ender derfor opp med et nytt estimat på kollisjon på 15 %, dvs. det halve sammenlignet med effekten på grunnstøting.

For effekten av los har vi ikke satt noen nedre og øvre verdi, kun beregnet effekt. Spennet her vil potensielt kunne bli veldig stort. Effekten av los vil være avhengig av farvannets beskaffenhet, fartøyets størrelse og manøvreringsegenskaper, samt hvor god samhandlingen er mellom losen og brobesetning. Betydningen av å ha en ekstra navigatør på broen er også en del av den risikoreduserende effekten. Det er også vesentlig å skille mellom hva vi faktisk sammenligner med når vi drøfter effekten av los. Det kan være alt fra kapteiner på store oljetankskip eller cruiseskip, som aldri eller sjelden har vært i farvannet, til kapteiner og styrmenn som frekventerer farvannet jevnlig. Effekten kan derfor i noen tilfeller være både høyere og lavere enn de beregnede snittverdiene som er presentert under.

Tabell 4-5 Reduksjon i ulykkeshyppighet med los.

Ulykkestype	Snittverdi (%)	Nedre verdi %	Øvre verdi %
Grunnstøting under motorkraft	29 %	-	-
Kollisjon (mellom skip)	15 %	-	-

4.5 Sjøtrafikksentraltjenesten (VTS)

4.5.1 Om sjøtrafikksentraltjenesten

Sjøtrafikksentraltjenesten (Vessel Traffic Service - VTS) er en internasjonalt standardisert tjeneste som bidrar til sikker og effektiv navigasjon og vern om miljøet i kystsonen. VTS bidrar til å redusere risiko ved å identifisere situasjoner som avviker fra normalseilas og avverge at de fører til ulykker, herunder:

- Støtte den nautiske beslutningsprosessen om bord ved å gi tidsriktig og relevant informasjon om forhold som kan påvirke et fartøys seilas, inkludert informasjon om:
 - Posisjon, identitet, intensjon og bevegelser til fartøy
 - Værvarsler og varsler om fare for navigasjon eller ferdsel
 - Begrensninger eller aktiviteter i farleden som kan påvirke seilassen
 - Retningslinjer for rapportering
- Overvåke og organisere skipstrafikk for å ivareta en trygg og effektiv trafikkflyt, inkludert:
 - Tidlig planlegging av fartøysbevegelser
 - Organisering av fartøy underveis, herunder passeringsrekkefølge
 - Utsteding av seilingsklareringer og seilingsplaner
 - Anbefalinger om rutevalg
 - Håndheving av seilingsregler
- Reagere på situasjoner som avviker fra normalseilas, inkludert:
 - Fartøy usikre på egen rute eller posisjon
 - Fartøy som avviker fra rute eller seilingsplan

- Fartøy med behov for navigasjonsveiledning
- Fartøy med feil på navigasjonsutrustning
- Ekstreme værforhold (lav sikt, sterk vind)
- Fare for grunnstøting eller kollisjon
- Iverksette tiltak ved hendelser og ulykker

VTS samhandler med fartøy gjennom å gi informasjon og ved å utstede anbefalinger, advarsler og instruksjon som ansett nødvendig.

4.5.2 Kvalitativ beskrivelse av risikoreduksjon

I arbeidsmøte på Gardermoen i 2022, med representanter fra ulike tjenesteområder i Kystverket og navigatører, ble det påpekt at VTS har en god effekt på forebygging av skipskollisjoner [32]. Dette følger av sentralenes overvåking og organisering av skipstrafikk som inngår som er del av den helhetlige sjøtrafikksentraltjenesten. Formålet med trafikkorganisering er å bidra til sikker og effektiv trafikkavvikling, og hindre at det oppstår for stor trafikk tetthet eller farlige situasjoner i sjøtrafikksentralområder. I 2022 ble det utført 433 326 seilingsklaringer og det utføres rundt 8 000 inngrep årlig for å avklare trafikk situasjoner. Losutvalget beskrev også dette i rapport fra 2013, hvor det blir beskrevet at VTS koordinerer trafikken for å unngå trafikk tetthet og kritiske situasjoner. Fartøy må be om tillatelse før innseiling til en sjøtrafikksentral virkeområde og ved avgang fra ankringsplass og kai [32]. Sjøtrafikksentralenes viktigste redskap er den direkte kommunikasjonen med fartøyene som per i dag skjer på VHF-radio. Videre har sentralene en rekke sensorer for å få en god oversikt over trafikken, der radar benyttes i kritiske områder. I tillegg benyttes informasjon fra AIS, kamera og meteorologiske målestasjoner. Dette gir trafikklederne et øyeblikksbilde av trafikken i sentralens område.

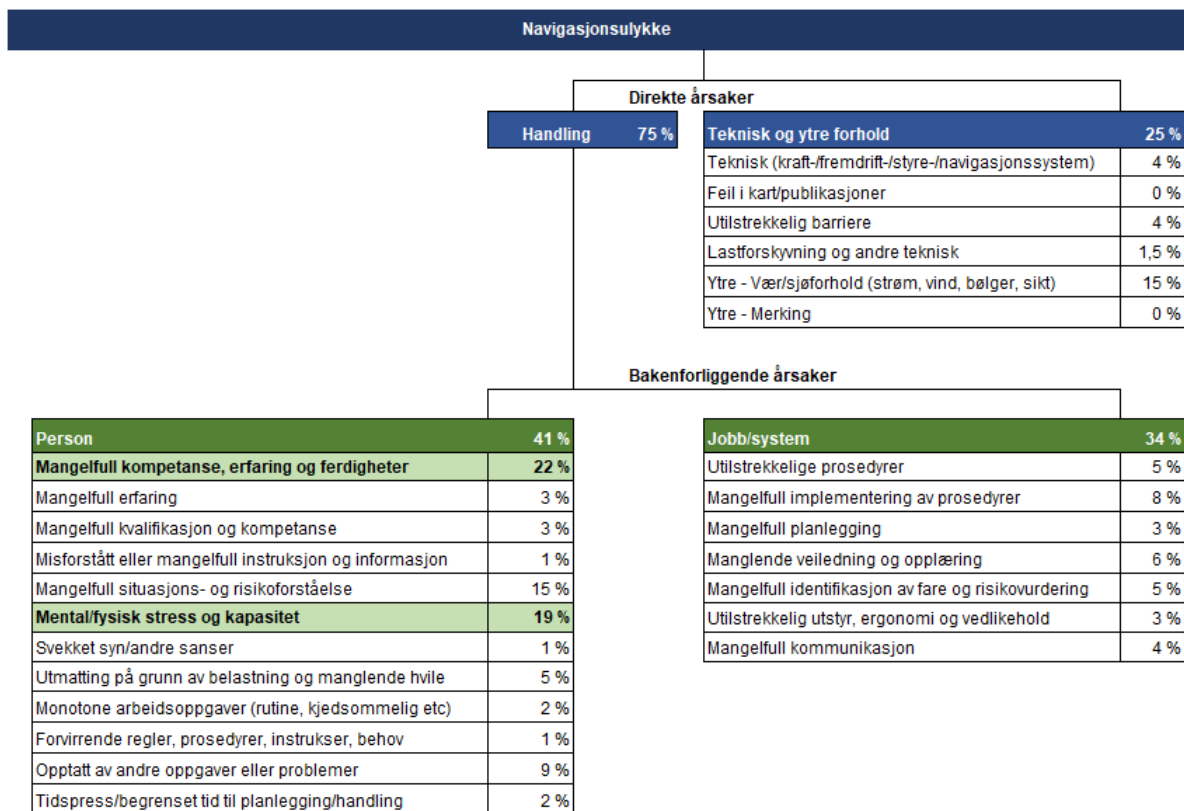
VTS griper også inn ved navigasjonsmessige avvik fra normalseilas (eksempelvis korrigerende av feil kurs), samt gir umiddelbart pålegg om slepebåt ved tekniske problemer (feil på fremdriftsmaskineri.). VTS har moderne overvåkingssystemer med støttefunksjoner/tekniske barrierer som «approach» og «grounding»-alarmer for å unngå potensielle grunnstøtinger, samt alarmer på lav-hastighet (potensiell drivende grunnstøting og behov for slepebåt) og dregging (fartøy som mister ankerfeste). Dersom et fartøy avviker fra oppgitt seilingsrute eller navigerer på en uregelmessig måte, kan trafikklederne kontakte fartøyet og avklare situasjonen [32]. Forhold som imidlertid kan påvirke risikoreduksjonen knyttet til navigasjonsavvik er:

- Sannsynligheten for at trafikklederen oppnår kontakt med fartøyet. Denne sannsynligheten anslår vi å være relativt høy, men i de tilfeller hvor navigatør har sovnet eller ikke lytter på VHF, er det ikke sikkert en oppnår oppmerksomhet tidsnok. Det finnes funksjonalitet for at trafikkleder på VTS kan sette av DSC²² alarm på bro, men at dette ikke er brukt hyppig nok av sentralene frem til i dag. I flere av hendelsene i loggen til sentralene skjer det at de kaller opp, men får ikke svar eller at fartøyet først svarer på andre oppkall.
- Enkelte navigatører ombord på fartøyet vil bruke tid på å orientere seg, skaffe situasjonsforståelse, og innse at fartøyet er på feil kurs. Det må også være tid og manøvreringsrom nok til enten å komme seg ut av et eventuelt grunt eller trangt område, stoppe opp, redusere hastighet eller foreta u-sving/turn. Trafikkleder kan imidlertid instruere fartøy til eksempelvis å «komme hardt babord». Dette gjør at en reduserer eller fjerner behov/tidsbruk for å orientere seg. Dette er gitt at besetningen på fartøyet gjør som trafikklederen sier.
- En viktig forutsetning for at VTS skal ha mulighet til å identifisere og avklare situasjoner i trange farvann, er at en har tilstrekkelig med tid.

²² Digital selective calling

4.5.3 Virkning på årsaksforhold

Det er gjort en forenklet kvalitativ analyse ved å se på hvilke årsaksforhold som VTS kan påvirke ved å benytte årsaksmodellen, slik presentert i kapittel 3.2, og gjengitt i Figur 4-10. Vi har her valgt å bruke årsaksmodellen for navigasjonsulykker hvor det er benyttet farledsbevis.



Figur 4-10 Forenklet årsaksmodell for navigasjonsulykker hvor det er benyttet farledsbevis.

Basert på den kvalitative beskrivelsen av risikoreduksjon i forrige kapittel, får vi at VTS kan påvirke følgende vesentlige årsaker til navigasjonsulykker:

- Mangelfull situasjons—og risikoforståelse (gjennom å overvåke og organisere skipstrafikk, samt støtte den nautiske beslutningsprosessen ombord ved å gi tidsriktig og relevant informasjon)
- Mangelfull identifikasjon av fare og risikovurdering (overvåke og organisere skipstrafikk)
- Mental/fysisk stress og kapasitet (gjennom nautisk støtte og detektere avvik fra normal seilas der navigatør har sovnet på vakt, gitt at det er tilstrekkelig tid/distanse til farer)

Særlig mangelfull situasjons—og risikoforståelse er en stor bidragsyter til navigasjonsulykker, hvor hele 15 % av ulykkene har forhold hvor denne årsaken er medvirkende.

4.5.4 Analyse av inngripener fra VTS

I denne analysen er det sett på registrerte hendelser der VTS har grepet inn i farlige situasjoner. I flere av disse hendelsene er det ikke vanskelig å tenke seg til at situasjonen kunne endt annerledes dersom trafikkleder ikke hadde grepet inn. I 2022 registrerte Kystverket 26 uønskede hendelser med høy fare-kategori, dvs. fare for kollisjon eller grunnstøting uten inngrep fra VTS [42]. I forrige sjøsikkerhetsanalyse kommenterte trafikksentralsjefen ved Kvitsøy

sjøtrafikksentral at en stor andel av avvergersene som gjelder feilnavigering potensielt kunne ført til ulykker med lignende utslippsmengder som de vi har sett fra ulykkene med Godafoss, Full City og Green Ålesund [41].

For enkelte hendelser er det helt tydelig at en ulykke hadde skjedd, men for andre hendelser er det imidlertid tolkningsrom for at fartøyet selv potensielt kunne oppdaget situasjonen, gitt tilstrekkelig tid. Å identifisere det konkrete antall hendelser som med 100 % sannsynlighet ville endt i enten grunnstøting eller kollisjon er derfor vanskelig. Av det vi kan se av hendelsesloggen er det i alle fall to hendelser i snitt hvert år som med stor sannsynlighet ville endt i en grunnstøting eller kollisjon.

Eksempler på hendelser som antyder at VTS har hatt en avgjørende rolle for å unngå en ulykke er gjengitt under [42]. Hendelsene er anonymisert.

- 2022: Lasteskipet på rundt 90m blir observert av VTS da de stevner mot 3m. grunne, Rolsboen, NØ av Urter. Fartøyet bli kontaktet på VHF og gjort oppmerksom på dette, endrer umiddelbart kurs til babord til rent farvann.
- 2021: Lasteskipet (45m) var nordgående på Sletta og stevnet mot indre Bloksen. VTS anropte fartøyet som umiddelbart endret kurs hardt styrbord. På broen pågikk navigasjonsopplæring av kadett.
- 2021: Lasteskipet på rundt 90m var nordgående fra Tau til Vestnes. Fartøyet stevnet mot Bukkøya fyrlykt og trafikkleder anropte fartøyet som umiddelbart la roret kraftig STB. De var kun få minutter fra landkjenning.
- 2020: Lasteskipet på 65 m kurset mot Bjørnaflu vest av Randaberg. Trafikksentralen ble oppmerksom på dette og kalte opp fartøyet som gikk babord for å unngå grunnstøting.
- 2019: Lasteskip på rundt 90 m ble kalt opp av VTS etter «approach» alarm hos trafikkleder. Fartøyet lå for langt til øst i farvannet. VTS ber fartøyet om å svinge til styrbord. Fartøyet viste tegn på usikkerhet og fortsatte sin seilas. VTS anropte igjen fartøyet og ber dem stoppe på grunn av grunt farvann forut. Fartøyet var da 370 m (0,2 nm) fra grunner. Fartøyet stoppet når de var ved grunt farvann. Med hjelp fra VTS kom de ut fra det grunne farvannet.

Kystverket fører også statistikk på hendelser som inntreffer innenfor tjenesteområdene. I 2002 var det registrert 10 hendelser, herav syv grunnstøtinger, en kollisjon og to sammenstøt med fast installasjon [42].

4.5.5 Analyse av ulykker før og etter implementering av VTS i Horten-, Fedje- og Kvitsøy

I denne delen har vi undersøkt om det er mulig å se noen effekt av implementering av VTS i norske farvann på antallet kollisjonsulykker før og etter implementeringsåret. En tilsvarende analyse ble gjort i Sjøsikkerhetsanalysen 2014, men det ble konkludert med at datamaterialet ikke hadde tilstrekkelig grad av pålitelighet og validitet.

Av de foregående analysene av AIS, ECDIS og brovaktalarm vet vi at kvantifiseringen av ulykker før og etter er påvirket av generelle ulykkestrender, samt implementering av andre tiltak under samme tidsperiode. Det samme ser vi for denne oppdaterte analysen for VTS, og vi har valgt å henvise til vedlegg A for nærmere detaljer rundt analysen og datamateriale. Hovedfunnene er imidlertid presentert i neste avsnitt under.

Funn

Oppsummert viser analysen at ved å benytte snittene 10 år før og 10 år etter innføringsåret, får Horten (etablert i 1999) og Fedje sjøtrafikksentral (etablert i 1992) en reduksjon i antall ulykker på rundt 50 %, mens Kvitsøy (etablert i 2003) får en økning i antall ulykker på rundt 9 %.

Pålitelighet og validitet

Som nevnt i beskrivelsene av datainnsamlingen har det ikke vært mulig å benytte alvorlige ulykker, da antallet alvorlige ulykker innenfor hver sjøtrafikksentrals tjenesteområde har vært for lavt. DNV-rapport 2021-1262 «Statistikk over navigasjonsulykker med fartøy i norske farvann» drøfter påliteligheten på dataene for registrerte ulykker, herunder de mindre alvorlige navigasjonsulykkene, som har vært, og som fortsatt er dominerende, og i stor grad er styrende for utviklingen i totale antall navigasjonsulykker. Det ble konkludert med at det er stor usikkerhet i om de store svingningene, eksempelvis den relativt store økningen vi ser fra rundt 2005, skyldes faktisk økt ulykkeshyppighet eller om årsaken kan tilskrives bedre innrapportering av ulykker. I periodene med store økninger i registrerte ulykker har Sjøfartsdirektoratet kommentert utad at registreringen kan ha bli påvirket av økt fokus på rapportering. De har gjennomført flere tiltak som kan tenkes å øke rapporteringsgraden, eksempelvis pro-aktiv ulykkesoppfølging, styrket og utvidet teamet som jobber med ulykkesoppfølging, og generelt hatt økt fokus på å informere om melde- og rapporteringsplikten i ulike fora.

Resultater viser stor variasjon i endringen i ulykker for VTS på Kvitsøy, sammenlignet med sentralene på Fedje og i Horten. Sentralene i Horten og på Fedje ble imidlertid innført når vi hadde en generell nedadgående trend i antall ulykker (også nasjonalt), mens Kvitsøy ble innført senere (2000-tallet) i en periode hvor det ble registrert en generell økning i antall ulykker i SDU. Dette er en indikasjon på at dataene kan være påvirket av endringer i rapporteringsgraden for ulykker generelt i Norge. Påliteligheten til disse dataene anses derfor å være usikre. Vi må bemerke her at det er de store svingningen i antall registrerte ulykker som er bakgrunnen for usikkerheten, og ikke det generelle nivået på grunnstøtinger og kollisjoner i norske farvann, som har vært relativt stabilt de siste årene. Vi noterer også at det er generelt få ulykker i tjenesteområdene hvert år, noe som gjør at hver enkelt ulykke kan føre til større endringer i statistikken. Det må også påpekes at analysen ikke hensyntar eventuelle endring i trafikkvolumer av mangel på AIS-data, ettersom det landbaserte nettverket av AIS basestasjoner i Norge først ble etablert i 2005.

At tilsvarende sjøtrafikksentraler med samme tjenesteportefølje skal få såpass store variasjoner er ikke troverdig. Det er heller ikke troverdig at innføring av en sjøtrafikksentraltjeneste gir økt ulykkesrisiko. En mulig økt grad av innrapporteringer, dvs. reduksjon i underrapportering, ble påpekt i forrige avsnitt. Når en analyser over flere 10-årsperioder risikerer en også at eventuelle effekter blir påvirket av ytre forhold (eksempelvis generelle ulykkestrender), samt innføring av andre tiltak eller økt modenhet i industrien. Slutten av 1990-tallet og starten av 2000-tallet var en periode der flere sjøsikkerhetstiltak ble gjennomført og fikk virkning.

Kystverket bemerker også at innføring av VTS medfører økt rapportering av ulykker. De har også erfart at selv mindre endringer i rapporteringsrutiner på sentralene kan gi utslag på antall rapporterte hendelser. Ved slike tilfeller kommenterer Kystverket at endringer i antall hendelser ikke skyldes faktiske endringer ved skipstrafikken, men endringer i rapporteringsrutiner.

Resultatene fra metoden er beholdt i denne rapporten for å dokumentere analysen som er gjort, men det er ikke mulig å benytte dette resultatet alene til å estimere noen isolert effekt av VTS. Det ble også laget en samlet analyse av alle trafikkentralområdene (Vedlegg A), men også denne analysen har de samme utfordringene som for hver enkelt VTS, og samme konklusjon vil derfor gjelde.

4.5.6 Litteraturstudie

I dette kapitlet presenteres resultatet fra litteraturstudien. Studiene er listet kronologisk.

MARCS – Risikomodell (SAFECO prosjektet fra 1999)

I risikomodellen MARCS (Marine Accident Risk Calculation System) som ble utviklet av DNV i UK, og brukt av hovedsakelig av australske og amerikanske myndigheter, benyttes en risikoreduksjon på 20 % for kollisjoner og grunnstøtinger. Datagrunnlaget for effekten er basert på en samlet vurdering av litteraturen, samt en vurdering opp mot de lokale forholdene.

COST-301 (1988) – effekten av VTS i europeiske farvann.

COST-301 var et EU finansiert prosjekt som beregnet effekten av VTS i europeiske farvann. Her ble det brukt spørreskjema for å samle ekspertvurderinger. De beregnede effektene ble vurdert opp mot en basis-case med kun bruk av IMO trafikkregler (COLREG) og annet lovbestemt utstyr ombord. Maksimal effekt av VTS for kollisjoner og grunnstøtinger ble funnet til 55 %. En annen konklusjon var at effekten av tilleggstjenester som NAS og TOS kun gav en marginal økning av effekten (Kemp et al. 1986). I den endelige studierapporten (CEC 1988), ble effekten av radarbasert-VTS på kollisjoner og grunnstøtinger nedjustert til 40 % [25].

USCG (1991) – Effekten av VTS i amerikanske farvann

En amerikansk studie (USCG 1991) beregnet effekten av VTS i amerikanske farvann ved hjelp av kvalitative evaluering av statistisk analyse og årsaker til ulykker. Det ble her anslått at den maksimale effekten av VTS på kollisjoner er 49 % og grunnstøtinger 39 % [26].

Hooier & Morriën (1997) – Innføring av VTS i Western Scheldt (Nederland)

Den vestlige Schelde-elvemunningen i Nederland inkluderer innseilingene til havnen i Antwerpen. En VTS ble introdusert i 1991. En analyse av data etter at sentralen ble introdusert (Hooier & Morriën 1997) sammenlignet ulykkestall innenfor og utenfor tjeneste-området, og estimerte en risikoreduksjon på 40 % for kollisjoner og 20 % for grunnstøting. Implementeringen av sjøtrafikksentraltjenesten er ikke beskrevet i de tilgjengelige rapportene, men antas å ha vært sporingsradar.

DNV (1999) - Risikoanalyse for australske farvann

I en risikoanalyse utført av DNV i 1999 for australske myndigheter, ble det brukt en reduksjon på 84 % for kollisjoner ved implementering av VTS. For grunnstøtinger ble det brukt 20 % reduksjon. Det er viktig å peke at dette er effekten av VTS i kombinasjon med TSS [21].

SSPA (2012) – VTS i Østersjøen

Flere risikoanalyser som omhandler effekten av VTS i Østersjøen har blitt rapportert (SSPA 2012). Disse er basert på litteraturgjennomgang og ekspertvurderinger, som implisitt indikerer fravær av relevante lokale ulykkesdata. Analysene omfatter [24]:

- En studie av VTS-utvidelse i danske farvann 2002. En risikoreduksjonsfaktor på 0,45 (dvs. 55 % reduksjon) ble brukt for alle typer ulykker.
- En studie av en ny VTS i 2002 i Finskebukta. En risikoreduksjon på 3-11 % for kollisjoner ble brukt for et VHF-basert rapporteringssystem, og 80 % med et radarbasert overvåkingssystem.
- En studie fra 2012 av en ny VTS i svenske farvann. En risikoreduksjon på 30 % for både kollisjon og grunnstøting ble antatt

Be-Aware (2014) – BRisk risikomodell

Risikomodellen i prosjektet Be-Aware (BRisk) benyttes en risikoreduksjon for VTS på 50 % for grunnstøting og kollisjon. Dette er effekten for fartøy som ikke går med los ombord. Med los er derimot den risikoreduserende effekten av VTS på grunnstøting og kollisjon, 5 % [15]. Datagrunnlaget for tallene er imidlertid ikke kjent.

Andre analyser i norske farvann

I kost-/nytteanalysene som ble utarbeidet før etableringen av enkelte trafikksentralene i Norge ble effekten av VTS tallfestet i forhold til forventet nedgang i antall ulykker, og med påfølgende samfunnsmessige kostnadsreduksjoner. I en rapport fra Asplan Viak i 1994 ble en trafikksentral for Rogaland beregnet å ha en forventet ulykkesreduserende effekt på mellom 10 og 30 % i områdene som skulle inngå i ansvarsområdet [28]. Trafikksentralen for Oslofjorden ble anslått å potensielt kunne redusere skipsulykker med 25-30 % for sitt område [29]. I en TØI-rapport fra 2003 ble en trafikksentral for Nord-Norge beregnet å ha en forventet ulykkesreduserende effekt på 10-25 % [30]. Det antas at effektestimatene er basert på litteraturgjennomgang og/eller ekspertvurderinger.

Valderhaug & Ski (2018) - Sjøtrafikksentraler og overvåkingsevne

Opgaven vurderer i hvilken grad den teknologiske modernisering innen sjøtrafikksentraltjenesten i norske farvann har bidratt til økt overvåkingsevne. For å svare på denne problemstillingen ble det utformet to spørsmål:

1. Har trafikkleidere på sjøtrafikksentralene erfart at modernisering av overvåkingssystemet har bidratt til økt overvåkingsevne?
2. Kan det dokumenteres at modernisering av overvåkingssystemet ved sjøtrafikksentralen på Kvitsøy har gitt økt overvåkingsevne?

Når det gjelder spørsmål 1 viser tilbakemeldinger fra trafikkleidere i spørreundersøkelsen at et klart flertall har erfart at moderniseringen av overvåkingssystemet har bidratt til økt overvåkingsevne. Erfaringene til trafikkleiderne viser dog at det nye overvåkingssystemet har mangler ved de automatiske varslingsfunksjonene. Dette gjør det vanskelig å fastslå i hvor stor grad det nye overvåkingssystemet faktisk har økt sjøtrafikksentralenes overvåkingsevne [57].

Når det gjelder spørsmål 2 viser gjennomgangen av hendelsesrapportene at sjøtrafikksentralen på Kvitsøy har identifisert en høyere andel av hendelser med fare for grunnstøting og kollisjon etter at det nye overvåkingssystemet er tatt i bruk. Den registrerte endringen i antall identifiserte hendelser kan knyttes til alarmfunksjonalitet i det nye systemet. Dette viser at det nye overvåkingssystemet har bidratt til økt overvåkingsevne [57].

Engelschiøn et.al (2019) - Bacheloroppgave fra NTNU om ulykker i norske farvann

Datainnsamling og analyse

I en avsluttende bacheloroppgave fra 2019 for studiet nautikk ved NTNU i Ålesund analyserte Torkelsen, Kuosmanen og Engelschiøn hvorvidt en VTS hadde hatt mulighet til å avverge grunnstøtinger gjennom bruk av dynamisk risikoovervåkingsprogram. Adferdsanalyseverktøyet BEAN, som nå er under utvikling og testing av Kystverket, er et eksempel på et slikt analyseprogram. Ved å analysere AIS-data fra innrapporterte hendelser ble det vurdert om fartøyene avvek fra «normal trafikk» før grunnstøtingen, og deretter om avviket kunne vært varslet tidsnok, dvs. om det hadde vært tilstrekkelig tid for VTS og fartøyet til å avverge grunnstøtingen.

Funn

Oppgaven analyserte 47 grunnstøtinger med nyttefartøy i norske farvann fra perioden 2015-2018. Av disse har analysen kommet frem til at 19 av ulykkene kunne vært varslet og det det hadde vært tilstrekkelig tid til å avverge grunnstøtingen [10]. Dette vil si at 40 % av grunnstøtingene potensielt kunne vært avverget.

Pålitelighet og validitet

Ulykkesdataene er innhentet fra Sjøfartsdirektoratet og AIS-dataene ble tildelt fra Kystverket. Dataene som er brukt i studien er relativt nye, og har i seg selv en høy grad av pålitelighet ettersom de også er nøyte gjennomgått og kvalitetssikret i analysen. Det ble oppgitt at 152 grunnstøtinger utgjorde grunnlaget for analysen, men at man endte opp med 47 hendelser som ble grundig analysert. Resten av hendelsene hadde ikke tilstrekkelig kvalitet på AIS-dataene. Om analysen hadde kommet frem til samme svar ved å bruke andre ulykkeshendelser fra en tidligere eller nyere tidsperiode er vanskelig å si noe om. Det ble antagelig brukt det nyeste og beste datamaterialet en hadde tilgjengelig ettersom oppgaven ble foretatt i 2019, og kvaliteten på AIS-dataene generelt sett blir dårlige jo lenger tilbake i tid en går.

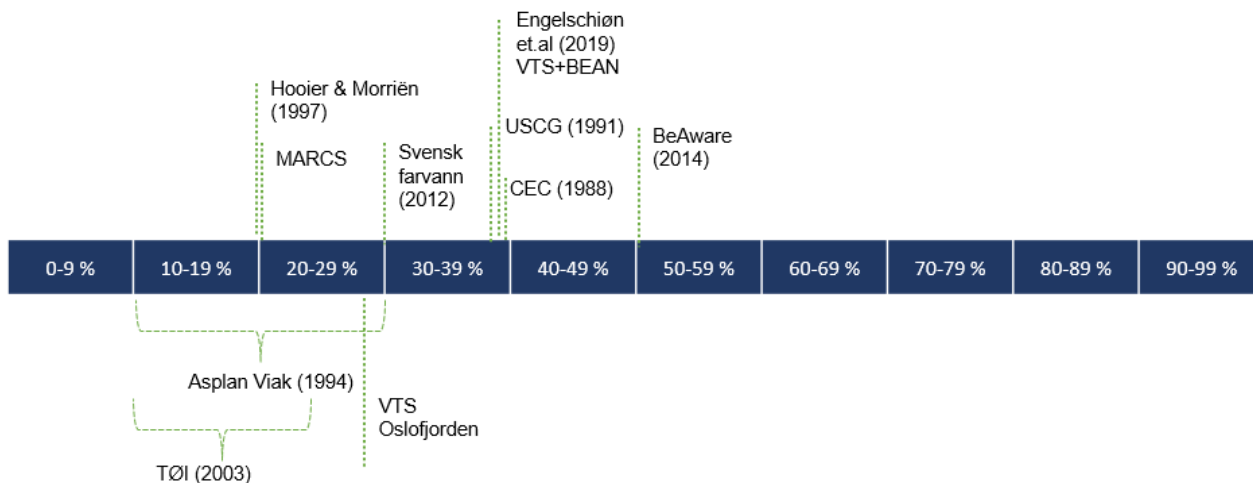
Oppgaven konkluderer med at validiteten er noe redusert ettersom såpass mange hendelser ble fjernet, men at den har blitt vurdert som tilfredsstillende. At såpass mange ulykker er luket ut på grunn av dårlig kvalitet mener vi imidlertid er et positivt tegn, og indikerer en grundig intern kvalitetssikring.

Det har ikke vært mulig for DNV å gå inn å validere analysen og den er av den grunn heftet med usikkerhet. Vi skulle gjerne sett mer detaljer for hvordan linjene for den normale trafikken ble beregnet. Lokasjon for sving-punkter er kun identifisert visuelt ved bruk av trafikk tetthetsplott. Dette har mye å si for tidspunktet for når et avvik er mulig å detektere. Oppgaven tok ut fem utvalgte hendelser hvor analysen ble presentert mer i detalj og lokasjon og tidspunkt for normal trafikk og avvik ble identifisert. Hvorvidt disse er hendelser med de klareste avvikene, og dermed enklest å analysere, er derimot uvisst. Gjennomgangen fra disse fem hendelsene virker imidlertid å gi plausible funn. I enkelte av hendelse har det muligens vært et noe optimistisk anslag i tidspunkt for deteksjon av avvik (dvs. varsling), men for disse hendelse har vi allikevel vurdert det til at en avvergelse av ulykken kunne vært mulig.

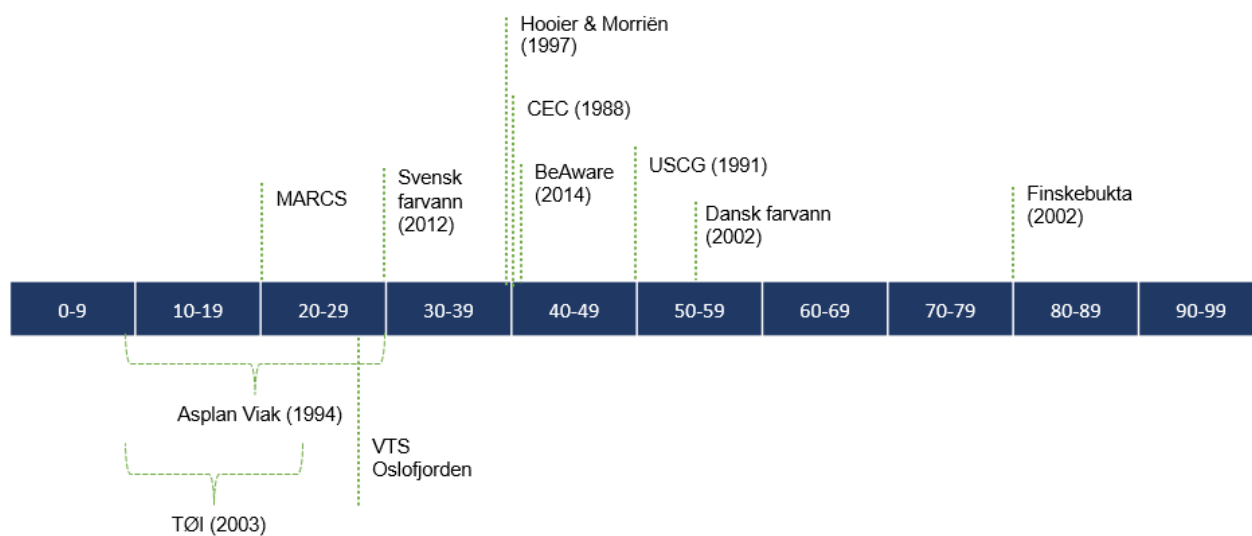
Resultatene virker imidlertid å være i tråd med hva man kunne forvente, altså at flertallet av ulykker, hvor fartøy avviker fra normal seilas, ikke er mulig å avverge med VTS. Dette er med utgangspunkt i at en stor andel av grunnstøtingene skjer i trangt kystfarvann, hvor marginer med hensyn på avstand og tid ofte er marginale.

Oppsummering

Figur 4-11 og Figur 4-12 oppsummerer litteraturstudien gjennom en visuell fremstilling, for henholdsvis effekten av VTS på grunnstøting og kollisjon. I figurene er hver studie plassert i tilhørende effekt-kategori. Som vi ser spenner estimatet på risikoreduserende effekt på grunnstøting fra 10 til 50 %. For kollisjon er det et noe lengre spenn, og strekker seg fra 10 til 80 %.



Figur 4-11 Oppsummering av litteraturstudien for effekten av VTS på grunnstøting, fremstilt visuelt. Figuren viser hvilket estimat som er gitt for prosentvis reduksjon i antall ulykker.



Figur 4-12 Oppsummering av litteraturstudien for effekten av VTS på kollisjon, fremstilt visuelt. Figuren viser hvilket estimat som er gitt for prosentvis reduksjon i antall ulykker.

Et gjennomsnitt for den risikoreduserende effekten av VTS på grunnstøting, basert på litteraturgjennomgangen, er rundt 30 %.

4.5.7 Konklusjon

Effekt på grunnstøting

Som øvre verdi på reduksjon av grunnstøtingsfrekvens som følge av sjøtrafikksentraltjeneste er det estimert 40 %. Estimater begrunnes i følgende:

- Av referansestudiene i kapittel 4.5.6 ser vi at øvre effekt er estimert til 50 %. Men, i mange av studiene som har høye effektestimater er farvannets beskaffenhet imidlertid av en annen karakter (f.eks. UK, Nederland, Danmark, USA og Australia), selv om det også er studier for farvann som er mer sammenlignbare (f.eks. Canada). Dette medfører at det potensielt kan være vanskeligere å oppnå disse effektene i norske farvann.
- Det bemerkes at tidligere analyser av Asplan Viak og TØI, før etablering av sjøtrafikksentraler i norske farvann, beregnet en forventet ulykkesreducerende effekt på mellom 10 og 30 %. Trafikksentralen for Oslofjorden ble estimert å redusere skipsulykker med 25-30 % for sitt område.
- Ved å benytte snittene 10 år før og 10 år etter innføringsåret, så vi i kapittel 4.5.5 at Horten og Fedje VTS fikk en reduksjon i antall ulykker i sine respektive tjenesteområder på rundt 50 %. Resultatet fra den analysen antyder dermed at VTS, sammen med andre tiltak, kan potensielt ha hatt en samlet effekt på 50 % for ulykkeshyppigheten. Resultatene er imidlertid påvirket av generelle trender og andre tiltak under analyseperioden, og derfor heftet med usikkerhet.

2019-studien så på hvilke grunnstøtinger som kunne vært forhindrede med sjøtrafikksentraltjeneste og dynamisk avviksdeteksjon. Studien konkluderte med at 40 % av grunnstøtingene potensielt kunne vært avverget. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til påliteligheten og validiteten av studien. Den er derfor ikke vesentlig lagt vekt på i denne analysen, men nevnes her ettersom det er den nyeste referansestudien som er utført.

Som nedre verdi på reduksjon av grunnstøtingsfrekvens som følge av sjøtrafikksentraltjeneste er det estimert 10 %. Dette er samme verdi som ble brukt sist ettersom det ikke funnet nyere relevante referansestudier på dette.

I Sjøsikkerhetsanalysen 2014 ble begrepet «gjennomsnittlig effekt», eller «forventet effekt», benyttet. For denne oppdaterte analysen blir forventet effekt for grunnstøting dermed 25 %, med øvre og nedre grense på 40 og 10 %. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til estimatet og spennet, i likhet med de andre sjøsikkerhetstiltakene. Effekten avhenger av en rekke forhold, deriblant farledens beskaffenhet, avstand til kysten/skjær og trafikk tetthet. Det anbefales derfor at det jobbes videre med å redusere usikkerheten i effektestimater, eksempelvis med et utvikling/metode-prosjekt for å differensiere effekten av VTS med hensyn på forhold nevnt ovenfor.

Losutvalget skrev i sin rapport i 2013 at en viktig forutsetning for at sjøtrafikksentralene skal ha mulighet til å avklare slike situasjoner, er at en har tilstrekkelig responstid. Når fartøyene navigerer i trange farvann vil det være vanskelig både å oppdage og kunne gripe inn i tide fra en sjøtrafikksentral dersom et fartøy kommer på feil kurs [31]. Denne utfordringen er viktig å hensynta når en skal vurdere effekten av VTS i norske farvann, hvor en stor andel av trafikk skjer innaskjærs. Dersom et tjenesteområde har mye trafikk som går veldig nært land, øyer og skjær, eller av en annen karakter som tilsier kort tid mellom avvik på normal seilas og grunnstøting, vil det være vanskeligere for trafikklederne å kunne avverge hendelsen.

Bruk av anbefalte seilingsruter og separasjonssystemer (TSS) vil generelt gi en økt forutsigbarhet i trafikkbildet, og dermed gi en positiv effekt ved at det kan bli lettere for trafikklederen å detektere avvik. Avhengig av nærhet til land/skjær, anses det at dette er forhold som potensielt kan lede forventet effekt mer mot øvre verdi. Forrige sjøsikkerhetsanalyse (2014-analysen) brukte en gjennomsnittlig effekt på 35 %, basert på en øvre verdi på 50 % og nedre verdi på 10 %. Det at vi nå endrer effektestimater, i likhet med andre sjøsikkerhetstiltak, betyr ikke at effekten av VTS har blitt dårligere, ytelsesstandarden til VTS øker på grunn av teknologisk utvikling og moderniseringen av tjenesten.

En forventet reduksjon i ulykkeshyppighet på 25 % for et enkelttiltak er signifikant, og det er kun den risikoreduserende effekten av å bruke los som er estimert å ha høyere effekt blant enkelttiltak i Kystverkets eksisterende portefølje.

Effekt på kollisjon

Et moment med trafikk-sentraltjenesten som ikke er belyst av referansestudiene i stor grad er effekten av styring og organisering av skipstrafikken. Organisering av fartøy underveis, herunder passeringsrekkefølge, vil kunne redusere kollisjon- og til dels grunnstøtingsrisikoen. Dette gjennom at fartøy unngår å møte hverandre på ugunstige steder (redusere kollisjonsrisiko), og unngår farlige unnamanøvere til grunt farvann (reduert grunnstøtingsrisiko). I arbeidsmøte på Gardermoen i 2022, med representanter fra ulike tjenesteområder i Kystverket og navigatører, ble det påpekt at effekten av trafikkorganisering gjelder primært på forebygging av skipskollisjoner, men at det også virker positivt på grunnstøtingsrisiko. Effekten av dette gjelder hovedsakelig i særlig trange farvann.

For kollisjonshendelser har vi ingen nyere eller relevante studier for norske farvann. Det ble som nevnt utført analyser i denne sjøsikkerhetsanalysen som så på antall ulykker før og etter implementeringen av sjøtrafikk-sentraltjenester i Norge. Resultatene fra disse analysene er i for stor grad påvirket av generelle ulykkestrender og ulykkesrapportering, og er derfor ikke vektlagt i særlig grad i denne rapporten.

I de fleste studiene som vi fant i litteratursøket så vi at estimatet på effekten for grunnstøting og kollisjon ofte var sammenfallende. Hva som er årsaken til dette, eller om det er en tilfeldighet vet vi ikke. Av mangel på data velger vi å støtte oss på litteraturstudien, selv om effekten kan bli i overkant positivt, og estimerer effekten av VTS på kollisjon lik som grunnstøting. Tilsvarende fremgangsmåte ble også brukt i Sjøikkerhetsanalysen 2014. Effekten av trafikkorganisering på kollisjon blir dermed 25 % (som snitt), som er en betydelig reduksjon i ulykkeshyppighet. Grunnet stor usikkerhet på effekten av kollisjon (her vektet like høyt som grunnstøting), har vi ikke justert effekten på grunnstøting videre opp som følge av trafikkorganisering.

Figur 4-6 viser estimert risikoreduserende effekt av VTS.

Tabell 4-6 Forventet reduksjon i ulykkeshyppighet med innføring av VTS.

Ulykkestype	Snittverdi (%)	Nedre verdi %	Øvre verdi %
Grunnstøting under motorkraft	25 %	10 %	40 %
Kollisjon (mellom skip)	25 %	10 %	40 %

Kystverket jobber også med å utvikle og teste adferdsanalyseverktøy for bruk i trafikk-sentraltjenesten. I Sjøikkerhetsanalysen er dette håndtert som et separat tiltak. Formålet er å støtte trafikklederne, og detektere og varsle situasjoner raskere enn det et menneske klarer. Som forklart i den kvalitative vurderingen, presterer mennesker generelt dårlig i monitorering og overvåkningsoppgaver. Noen av hovedårsakene til dette er beskrevet her:

- Vi er utsatt for distraksjoner, og overvåkingsoppgaver krever ofte vedvarende oppmerksomhet og fokus. Selv når individer er motiverte og engasjerte i oppgaven, kan oppmerksomheten deres drive, og føre til feil og manglende ytelse.
- Mennesket har begrenset arbeidsminnekapasitet, noe som kan gjøre det vanskelig å opprettholde et detaljert og nøyaktig bilde av hva som overvåkes over tid. Dette kan være spesielt utfordrende i komplekse eller dynamiske miljøer hvor det er mange variabler å holde styr på.
- En annen faktor som kan bidra til dårlig ytelse i overvåkingsoppgaver er "årvåkenhetsreduksjonen", som refererer til nedgangen i ytelse som oppstår over tid når et individ får i oppgave å overvåke en relativt monoton eller uforanderlig stimulans. Dette kan føre til kjedsomhet og redusert årvåkenhet, som igjen kan øke sannsynligheten for feil.

- Til slutt kan mennesker også ha en tendens til å fokusere på visse typer informasjon mens de ignorerer andre, eller de kan bli påvirket av deres forventninger eller tidligere tro.

Samlet sett kan disse faktorene gjøre overvåkingsoppgaver utfordrende for trafikkledere, og det er viktig å utvikle prosedyrer og verktøy for å støtte effektiv overvåking i en rekke sammenhenger. Adferdsanalyse av fartøy er et eksempel på verktøy som potensielt kan støtte og dermed øke ytelsen til trafikkledere. Den store utfordringen er imidlertid å unngå for mange alarmer, det vil si kun identifisere reelle faresituasjoner. Kystverket kommenter at bruk av adferdsanalyse er også antatt å øke sikkerheten i forhold til introduksjon av autonome systemer i sameksistens med mennesker, og benyttes i dag av fjernstyring av Yara Birkeland og ASKOs autonome fartøy.

4.6 Navigasjonsinnretninger

4.6.1 Om navigasjonsinnretninger

Navigasjonsinnretninger er hjelpemidler for posisjonsbestemmelse og sikker navigasjon i farleden og kystfarvannet. Kystverket opererer et større antall slike innretninger. For Kystverket er det ikke et mål å merke enhver fare eller hindring for sjøtrafikken, men å sørge for en hensiktsmessig veiledning basert på brukerbehov, god praksis og vurdering av risiko [31]. Det skilles hovedsakelig mellom følgende typer navigasjonsinnretninger:

- *Flytende merker.* Bøyer er brukt for å avmerke kanaler, utdypede renner, grunner, hindringer og andre farer for de sjøfarende hvor det vil være både uøkonomisk og umulig å opprette faste merker [4].
- *Bunnfaste sjømerker.* I Norge har Kystverket mer enn 12,000 faste merker langs kysten (jernsøyler, jernstenger, varder og båker). De faste merkene er særlig til nytte for dagseilas, men utstyrt med refleks og reflektorer er de også til nytte ved nattseilas og radarnavigering [4].
 - Som del av kategorien bunnfaste merker ligger også lanterner med indirekte belysning, også referert til som hurtigbåtmerke med Indirekte belysning (HIB). I noen områder langs norskekysten har lanterne med indirekte belysning i stadig større grad tatt over for de klassiske lanternene uten belysning. Navigasjonsinstallasjonen gir primært en ytterkants markering av seilingskorridor ved natt- og dagseilas.
- *Fyrlykter.* Det er knappe 2000 fyrlykter langs norskekysten. De aller fleste er satt opp for å gi lys i definerte sektorer. Noen fungerer som overrett og noen er rundtlysende. I tillegg til at en fyrlykt gir lys for å navigere etter, er den et dagmerke med sin hvite farge og røde tak [43].

Utviklingen av navigasjonsinfrastrukturen har gått i retning av forbedret driftssikkerhet, bedre synlighet for trafikken og en mer intuitiv merking. Et eksempel er navigasjonsinnretninger for «nærnavigasjon» med indirekte belysning, eller såkalte hurtigbåtleder. Selv om dette er oppmerking som i første rekke er tiltenkt og tilpasset hurtiggående passasjerfartøy, er tiltaket også nyttig for annen nyttetraffic [31].

4.6.2 Kvalitativ beskrivelse av risikoreduksjon

Navigasjonsinnretninger, også referert til som merketiltak, har i lang tid bidratt til en redusert risiko for ulykker. Innretningene bidrar til å redusere ulykkeshyppigheten for grunnstøting, og til dels kollisjon, ved å gi navigatøren en visuell og elektronisk indikasjon på hvor farleden går og hvor ulike hindringer befinner seg. Det har vært navigasjonsinnretninger langs norskekysten i over 1000 år, og spesielt på 1800-tallet ble mange fyr opprettet og mange merker satt opp. Siste 25 år er det satt opp nær 1800 HIB'er og det er særlig merker med lys som har økt de siste ti-årene. Merketiltak har sammen med los-ordningen vært en av grunnpilarene for navigasjon langs norskekysten [4].

I interessentanalysen i forrige sjøsikkerhetsanalyse i 2014 ble merketiltak vurdert å være det mest effektive tiltaket for reduksjoner i grunnstøtinger [46]. Selv om vi i dag ser indikasjoner på at det foregår mer elektronisk navigasjon, går det frem av interessentanalysen for 2022 at det fortsatt er navigasjonsinnretninger, farledsutbedringer og sjømerker som i snitt rangeres høyest av Kystverkets eksisterende virkemidler [45]. Analysen var basert på 698 mottatte svar, hvor største andelen av svar var fra vaktgående navigatører. Respondentene i undersøkelsen ble også spurt om å vurdere den risikoreduserende effekten ved å forbedre Kystverkets virkemidler. Her var det tre virkemidler som positivt skilte seg fra de andre [45]:

- Opprettholde og fornye eksisterende fyr/lykter langs norskekysten
- Forbedre merking av skjær og andre farer
- Øke innsatsen på å fjerne skjær og andre farer i ledene

Fra forrige sjøsikkerhetsanalyse ble det hentet ut sitater fra respondentene som beskriver betydningen av merkesystemet:

- *«Sjømerkene langs norskekysten er på mange måter unik og svært effektiv til å forbedre sikkerheten. Fornye innmaten/merket med ny teknologi er hensiktsmessig.»*
- *«Det vi har bør opprettholdes, men må helt klart fornyes.»*
- *«Norskekysten er en av verdens mest utfordrende kyster for navigatører. Samspillet mellom moderne navigasjonshjelpemidler og godt merkede leder er avgjørende for å forhindre grunnstøtinger, det er derfor viktig at fyr/lykter opprettholdes/forbedres.»*
- *«Spør en hvilken som helst kystnavigator om hva han/hun ønsker mer av, og vedkommende svarer flere lykter, bedre oppmerking.»*

Det kan være stor forskjell på hvordan ulike fartøystyper benytter seg av navigasjonsinnretninger, og effekten av merketiltak for forskjellige fartøystyper kan dermed være forskjellig. Noen bruker merking mye, men det er langt i fra alle. For hurtigbåter er merking eksempelvis svært nyttig. Generelt er det imidlertid indikasjoner på at det i kystfart og innaskjærs brukes mindre visuell/optisk og terrestrisk navigering, og at man stoler mer på ECDIS. Ofte kan det være at navigatørene ser på posisjon i ECDIS, og deretter ut av brovinduet for å bekrefte dette. Forbedret funksjonalitet i ECDIS gjør også at en kan ta ut peiling og avstander, og sjekkes visuelt med merkene for å bekrefte. I denne analysen har vi ikke gått inn i dybden på ulike effekter av merking for forskjellige fartøystyper, og sett opp mot ECDIS-funksjonaliteter.

Merking bidrar til økt situasjonsforståelse, men for mye merking kan også føre til forvirring og økt kompleksitet. I tillegg så senkes stresset om man er trygg på posisjonsangivelsen. I Kystverkets forslag til prioritering av ressurs-bruk i perioden 2022-2033 står videre samfunnsoppdraget med navigasjonsinnretninger tydelig beskrevet. Merkesystemet skal være en selvstendig og robust tjeneste som skal kunne tjene som hovedsystem for veiledning til navigasjon i norske farvann. Kystverkets infrastruktur skal også være robust mot et eventuelt bortfall av globale satellittsystemer for navigasjon (GNSS) [49].

Losutvalget skrev i deres rapport fra 2013 at selv om man navigerer ved hjelp av elektroniske hjelpemidler som elektroniske kartsystem (ECDIS) og satellittnavigasjon (GNSS), er det av avgjørende betydning at man kontrollerer seilas og ytelsen ved hjelp av optiske observasjoner. Dette støttes også av navigatørene som deltok på Kystverkets brukerundersøkelse for DGPS og som ble gjennomført i april 2023. Navigatøren bør derfor på forhånd planlegge sin elektroniske seilas på en slik måte at man lett kan foreta optiske peilinger på karakteristiske steder [31].

I lostjenesten er man helt klar på at det betraktes som helt avgjørende å benytte optiske metoder for sikker seilas. Optisk posisjonsangivelse betyr at man benytter peilinger, fyrsektorer, overettmerker, stevninger og lignende [4]. Det er hovedsakelig to årsaker til dette:

- *Staker og bøyer blir daglig påvirket av det ytre miljøet.* Bunnfaste installasjoner (med toppmerking) kan bli påvirket av is og sjøgang, og flytende merker kan dras ut av posisjon på grunn av kraftig strøm og andre påvirkninger. I fagboken til lostjenesten står det derfor beskrevet at en aldri kan stole blindt på at sjømerkene viser riktig (særsilt de flytende). Navigatørene må derfor ikke utelukkende være avhengig av merkingen, men også navigere ved hjelp av peiling til kjente objekter eller faste merker på land [4].
- *Begrensningene i elektroniske kartsystem.* Lostjenesten mener at elektroniske kartsystem tilkoblet GNSS system har blitt et svært nyttig hjelpemiddel, men at det noen ganger er avvik på disse systemene, som igjen har forårsaket grunnstøtinger [4]. Kjennskap til begrensningene og potensielle unøyaktigheter i posisjonsangivelsen er derfor viktig å være klar over.

Visuell kontroll under seilasen anses å være av stor betydning for navigasjonssikkerheten, og dette innefatter både bruk av merkesystemet og peiling mot kjente objekter eller faste merker på land.

Oppsummert om navigasjonsinnretninger ser vi følgende nytte:

- Uavhengig system, blir ikke påvirket av et eventuelt bortfall av GNSS
- ECDIS i kombinasjon med optiske observasjoner og merkesystemet gir økt trygghet på posisjonsangivelsen.
- Redusert grunnstøtingshyppighet gjennom forbedret merking, som også positivt vil kunne påvirke situasjonsforståelse og stressnivå.
- Kan ha positiv påvirkning på kollisjonshyppigheten. I en godt merket led vet navigatørene hvor mye rom de har til en eventuell unnamanøvere. Merker kan også brukes til å separere trafikk for å ta ned kollisjonsrisikoen.

4.6.3 Analyse av ulykker før og etter implementering av navigasjonsinnretninger

Den samme fremgangsmåten som for sjøtrafikksentralene ble forsøkt for å finne effekt av merketiltak, inkludert utdyping. Da det ikke vil være hensiktsmessig å se på ulykker tilknyttet en enkelt navigasjonsinnretning ble det undersøkt om det var områder der det var gjort flere utbedringer innenfor en kort tidsperiode. Dette var utfordrende for navigasjonsinnretninger da det tidligere har vært tradisjon for å utbedre en og en navigasjonsinnretning, og ikke gjøre en større oppdatering av et helt område.

Det ble funnet fire områder der det var mulig å se på utbedring av hele området. Ved to av disse var det også foretatt utdyping. Disse fire områdene ble imidlertid utbedret i nyere tid, og vi har derfor ikke tilstrekkelig med ulykkesdata etter gjennomføringen. Det er også generelt lavt antall ulykker for disse områdene, kanskje for lavt til å benytte som et pålitelig statistisk grunnlag for ulykkesdata. Resultatene av analysene er vist i vedlegg B, men det er stor usikkerhet knyttet til funnene, av årsaker nevnt ovenfor, så derfor er de ikke med i hovedrapporten.

4.6.4 Analyse av effekten av navigasjonsinnretninger ved bruk av årsaksmodellen

Tidligere effektestimater - Sammenligning med funn i interessentanalysen og årsaksanalysen

I eksisterendemetodikk for farledsanalyser for Kystverket er det brukt en øvre teoretisk verdi på reduksjon i ulykkeshyppighet for merketiltak på 58 %²³. Metodikken som lå til grunn for dette estimatet var basert på ekspertvurdering, og øvre verdi var ment for farvann som ble oppgradert fra en før-situasjon med særdeles dårlig/ingen merking. I de kvantitative risikoanalysene for farledstiltak i kommende NTP (2025-2036) er det imidlertid ingen farleder som oppnår maksimal effekt. Liste over hvilke farleder dette gjelder, og effektene er vist i vedlegg C. Effektestimaterne

²³ Beregning av effekt av merketiltak med bruk av lokale justeringsfaktorer (Excel modell)

spenner fra 1,7 % og opp til maksimalt 15 %. Gjennomsnittlig effekt av merketiltak for disse farledsprosjektene er 6,4 %. Merk at vi har her tatt ut farleder hvor tiltakspakker har 0 % merkeeffekt, da det hovedsakelig er utdypingen som er sentral i disse tiltakene, mens sjømerkene forblir omtrent uforandret og merkeeffekten blir 0 %.

Navigasjonsinnretninger, farledsutbedringer og sjømerker rangeres høyt når effekten av Kystverkets eksisterende virkemidler vurderes av brukerne, som også er en form for ekspertvurdering. Dette gir indikasjon på brukernes opplevde risiko og risikoreduserende effekt.

Ekspertvurderingene og den opplevde risikoreduserende effekten står imidlertid i kontrast med hva som faktisk forårsaker navigasjonsulykker i norske farvann. Dette kommer frem av ulykkesgranskninger og ulykkesrapporter. Av årsaksanalysen ser vi at det er ytterst få hendelser som kan knyttes tilbake til mangelfulle navigasjonsinnretninger. I den oppdaterte versjonen av årsaksanalysen i 2023 ble 95 årsaksgranskninger og rapporter for ulykker med farledsbevis og los-seilaser analysert. Analysen viste at ingen av de 37 hendelsene hvor fartøy seilte med farledsbevis kan relateres tilbake til farledsmerking. Av de 58 gjennomgåtte ulykken med los var det kun 3 % hvor årsaken kunne relateres til merking [44]. I en annen DNV-analyse fra 2004, utgjør feil og mangler ved fyr og merkesystemer ca. 6,4 % av årsakene til grunnstøtinger [51]. Dette var basert på et annet datasett enn det som er brukt her, men gir en tydelig indikasjon på at det generelt er få ulykker som forårsakes av feil eller mangelfulle navigasjonsinnretninger.

Det er allikevel ikke sikkert at det er en reell motsetning mellom opplevd risiko og ulykkesdata, da dette kan tolkes på mange måter. En mulig tolkning som vi anser som plausibel er at hoved- og bileder i dag er generelt godt merket, og derfor er det få ulykker som forårsakes av merkesystemet. Det må også nevnes at statistikken her peker tilbake på direkte feil med navigasjonsinnretningene, mens oppsett eller ikke-helhetlig plan for navigasjonsinnretninger kan bidra til manglende/ufullstendig situasjonsforståelse. Videre kan det også sees på som et tegn at navigasjonsinnretningene fungerer, at de har høy oppetid og eventuelle avvik blir raskt håndtert. Navigasjonsinnretninger er en viktig forutsetning for trygg seilas, og nytten av innretningene er og anses som viktig blant brukerne. Selv om mer av navigasjonen i dag foregår elektronisk ved hjelp av radar og elektroniske kart (ECDIS), er den visuelle merkingen av leden fortsatt vurdert som svært viktig [4].

Kystverket beskrev i deres rapport basert på sjøsikkerhetsanalysen i 2014 at selv om ingen, eller få, ulykker er direkte relatert til navigasjonsinnretninger, kan ikke dette tolkes som at det ikke er nødvendig å prioritere midler til arbeidet med navigasjonsinnretninger [48]. Det er vi enige i, men det kan være grunnlag basert på funnene i årsaksanalysen, at en kan være mer moderat på effektestimaterne. Her er det imidlertid viktig å påpeke at det kan være store lokale forskjeller. Behov for bedre oppsett for nattseilas, mer intuitiv merking, endret trafikkbilde, utvikling i ny teknologi og endret fartøystørrelse, er eksempler på faktorer som må hensyntas i moderniseringsprosessen for merkesystemet av farledene. Høye effektestimater kan vurderes for områder hvor det er særdeles dårlig merking fra før, mye trafikk og historikk med grunnstøtinger.

Analyse ved bruk av årsaksmodellen

I fravær av relevante studier og annen litteratur, utover farledsanalyser som allerede er utført, er det sett på om funnene i årsaksanalysen kan benyttes til å gi effekt av navigasjonsinnretninger.

Denne analysen tar utgangspunkt i at 3 % av årsakene til ulykker med los skyldes dårlig merking, med henvisning til Figur 3-2. Disse hendelsene omhandlet i hovedsak manglende merking, merking som var ute av posisjon og manglende lys. Det er ikke urimelig å anta at ulykker med farledsbevis kan ha tilsvarende prosentverdier, siden det her er snakk om relativt få ulykker.

Videre ser vi på mulige andre årsaker i den forenklede årsaksmodellen, hvor forbedret merking kan ha effekt:

- Vi vet at dårlige/lite detaljerte kart og mangelfull merking av farleden kan bidra til å øke kompleksiteten av seilasen ved at brobesetningen mister eller feiltolker informasjon for å opprettholde god situasjonsforståelse.

For los ser vi at mangelfull situasjons- og risikoforståelse er nevnt i 9 % av ulykkene, mens for farledsbevis ligger det på 15 %. En ytterligere reduksjon i ulykkeshyppighet på rundt 5 % (en tredel av farledsbevis-verdien) kan være rimelig å anta.

- Videre ble det også påpekt i arbeidsmøtet på Gardermoen at stressnivået også potensielt kan bli positivt påvirket ved god merking. Det kan være vanskelig å skille mellom stress og situasjonsforståelse. Årsakskategorien *mental/fysisk stress og kapasitet* på 19 % av ulykkene med farledsbevis dekker i utgangspunktet andre faktorer som utmatting, opptatt med andre oppgaver/problemer og tidspress. Dette gjør at det ikke er naturlig å anta noen umiddelbar effekt her. Vi har allikevel valgt å gi noe virkning for i større grad å hensynta stressselementet, og gir en ytterligere reduksjon på rundt 2 %.

Vi anser ikke at det er andre årsaksfaktorer som er vesentlige for merketiltak enn de nevnt ovenfor. Vi havner da på en reduksjon i ulykkeshyppighet på rundt 10 % (3 % + 5 % + 2 %), for effekten av navigasjonsinnretninger. Estimater sier derimot ikke noe om hvor mange ulykker som faktisk er unngått ved at merkingen er forbedret eller i god stand. Elementet av opplevd risiko bør også ivaretas, selv om en kanskje kan argumentere for at det allerede er dekket inn under forbedret situasjonsforståelse, som nevnt ovenfor.

4.6.5 Konklusjon

Estimatet på en øvre/maksimal verdi fra eksisterende metodikk for farledsanalyser er en estimert reduksjon i ulykkeshyppighet på 58 %. I kvantitative risikoanalyser for farledsprosjekter i kommende NTP ligger imidlertid gjennomsnittlig effekt for merketiltak på 6,4 %. Dette er hovedsakelig fordi det er vanskelig å oppnå den maksimale effekten da mye av effekten av merketiltak ligger allerede der siden hoved- og bileder generelt er godt merket, sannsynligvis med en del unntak. Effekten er dermed veldig avhengig av tilstand på før-situasjonen for merkingen av farvannet. Nedre verdi er også basert på merkeeffekten i farledstiltakene som ligger i NTP 2025-2036.

Det ble også gjort en analyse ved bruk av årsaksmodellen, som estimerte en 10 % reduksjon, som ligger innenfor spennet som vist i Tabell 4-7.

Effektestimat på kollisjonshyppighet anslås vesentlig lavere enn grunnstøting, og i denne sammenhengen blir det nesten neglisjerbart ettersom det er så få kollisjonsulykker i norske farvann.

Tabell 4-7 Forventet reduksjon i ulykkeshyppighet med merketiltak

Ulykkestype	Snittverdi (%) ²⁴	Nedre verdi %	Øvre verdi %
Grunnstøting under motorkraft	6,4 %	1,7 %	58 %
Kollisjon (mellom skip)		Negl.	Negl.

4.7 E-navigasjon

4.7.1 Om e-navigasjon

E-navigasjon er en global strategi utviklet av IMO for å legge til rette for digitalisering og automatisert utveksling av informasjon mellom skip og mellom skip og myndigheter. Initiativet ble satt på dagsorden etter at mange skipsulykker kunne relateres til menneskelige feil. Mangel på standarder og koordinering av digitalisering i maritim sektor var identifisert som noen av de bakenforliggende årsaker [50].

²⁴ Basert på beregnet merkeeffekter for farleder i kommende NTP 2025-2036

E-navigasjon inneholder fem hovedløsninger [50] som ser på:

- S1: Forbedret, harmonisert og brukervennlig brodesign
- S2: Standardisert og automatisk skipsrapportering
- S3: Forbedret pålitelighet, fleksibilitet og integritet av broutstyr og navigasjonsinformasjon
- S4: Integrering og presentasjon av tilgjengelig informasjon i grafiske skjermer som mottas via kommunikasjonsutstyr
- S5: Forbedret kommunikasjon av landbaserte sjøtrafikksentraltjenester.

S1, S3 og S4 omhandler utstyr og bruk av utstyr ombord i skip, mens S2 og S5 omhandler forbedret kommunikasjon og informasjonsutveksling mellom skip, fra skip og land, og fra land til skip. Maritime Service Portfolio (MSP) inneholder elementer fra S4 og S5. Internasjonalt jobbes det med utvikling og testing av e-navigasjonstjenester i ulike samarbeid og prosjekter [50]. Fra myndighetssiden i Norge er det Kystverket og Sjøfartsdirektoratet som legger til rette for utvikling av e-navigasjon nasjonalt. Fra Kystverkets side er det pågående utvikling og testing av brukerorienterte e-navigasjonstjenester i Norge [50].

4.7.2 Kvalitativ beskrivelse av risikoreduksjon

Det er et mål at konseptet skal redusere muligheten for menneskelige feil, og dermed gi bedre sjøsikkerhet, lavere miljørisiko og legge til rette for mer effektive arbeidsmetoder og kommunikasjon mellom skip og land. Nytteverdien med e-navigasjon er [31]:

- Forenklet administrativt arbeid ombord i skip og hos maritime myndigheter.
- Redusert antall uønskede hendelser grunnet menneskelig feil gjennom bedre tilrettelagt brukervennlig digital informasjon.
- Smartere, enklere og mer effektiv maritim kommunikasjon.
- Tidsbesparelser og økt effektivitet gjennom digital deling av informasjon.
- Redusert bunkersforbruk og derigjennom redusert utslipp av klimagasser fra skip.
- Styrket situasjonsforståelse og navigasjonssikkerhet.
- Redusert ulykkesrisiko.
- Global harmonisering av tjenester og digital informasjon for maritim transport som medfører reduserte kostander og økt sjøsikkerhet.

I motsetning til mange av de andre sjøsikkerhetstiltakene, så antas det at e-navigasjon innføres over en lang tidsperiode og at samtidig så vil tjenestene (herunder MSP) måtte utvikles gradvis over tid for å nærme seg virkningspotensialene som har vært analysert i de neste kapitlene. Standardene for mange av tjenestene under MSP er ikke påbegynt, og tjenestene, og standardene, vil forbedres kontinuerlig basert på tjenesteleverandørenes evne til å levere bedre tjenester over tid. Frem til nå er det ikke noe krav om innføring eller bærepplikt for e-navigasjon, og innføringen nå skjer i form av generell flåtefornyelse og oppdatering av systemer.

4.7.3 Litteraturstudie

IMO dokument NAV 59/6 (2013) – FSA og kostnytteanalyse av e-navigasjonstiltak

Med mandat i NAV 58 ble det nedsatt en korrespondansegruppe som skulle gjennomgå e-navigasjonsløsningene og ferdigstille kostnytte-analysen for distribusjon til IMO og medlemslandene. Studien ble utarbeidet av Norge. Det ble utført en Formal Safety Assessment (FSA) for å evaluere mulige risikokontrollalternativer (RCOer) for nye skip. Studien bygget på ulykkesdatabasen til Sjøfartsdirektoratet og pekte på at navigasjonsulykker er hovedsakelig forårsaket av menneskelig feil (65 %). De viktigste årsakene til menneskelige feil er "Utilstrekkelig observasjon/uoppmerksomhet" (28%), "dårlig vurdering av skipsbevegelse" (17%) og "tretthet/ arbeidsoverbelastning" (13%) [54].

FSA-studien ble tatt videre til en kostnytteanalyse. Estimaten på redusert ulykkeshyppighet ble innhentet ved bruk av en ekspertgruppe (Delphi-metodikk) fra USA, Nederland, Danmark og Norge. RCOene ble evaluert isolert, noe som betyr at implementering av mer enn én RCO ikke vil redusere ulykkeshyppigheten med summen av hver RCOs estimerte potensial [54]. Studien så på følgende risikokontrollalternativer, med beregnet risikoreduksjon i parentes [54]:

- RCO 1: Integrasjon av navigasjonsinformasjon og utstyr inkludert forbedret kvalitetssikring av programvare (11 %)
- RCO 2: Styring av brovarsling (10 %)
- RCO 3: Standarder for navigasjonsutstyr (7 %)
- RCO 4: Automatisert og standardisert skip-land-rapportering (8 %)
- RCO 5: Forbedret pålitelighet til PNT²⁵-systemer ombord (8 %)
- RCO 6: Forbedrede landbaserte tjenester (7 %)
- RCO 7: Bro- og arbeidsstasjonslayout og standardisering (7 %).

Beregningen på risikoreduksjon som vist over var basert på PLL-verdier²⁶. Verdiene ble beregnet ved å kombinere en standard PLL-frekvens, for et valgt referanseskip, på 2.1E-03 med årsaksfordelingen til navigasjonsulykker og ekspertvurderinger på risikoreduksjoner for hver enkelt RCO. Ekspertvurderingene evaluerte hvilke årsaker som RCOene kunne påvirke [54]. Det ble dermed ikke justert på konsekvenssiden, kun sannsynligheten for ulykker, og vi kan dermed anta at beregningen av redusert PLL tilsvarer redusert ulykkeshyppighet.

Resultatene fra denne studien virker å være rimelige og i tråd med prosentandeler for årsaker til navigasjonsulykker som vi så fra årsaksanalysen 2022. Dette er igjen ikke unaturlig ettersom begge studier bygger på samme ulykkesdatabase, men fra forskjellige tidsperioder. Det pekes også på at effekten ikke kan slås sammen for å få total estimert effekt av e-navigasjon ettersom alle er vurdert isolert.

Hong, S. (2015) - Effekten av å implementere e-navigasjon

Studien ble utført som del av masteroppgaven på World Maritime University i Malmø med bakgrunn i ulykkesdata fra Korea. Analysen konkluderte med at effekten av å implementere e-navigasjon kunne redusere antallet navigasjonsulykker med minst 34 % [53]. Pålitelighet og validitet av denne studien er ikke vurdert.

²⁵ Position, velocity, and time data (PVT)

²⁶ Potential loss of life (PLL)

DNV (2020) - Nytteeffekter for digitalisering av Maritime Service Portfolios

I DNV-rapporten «Nytteeffekter for digitalisering av Maritime Service Portfolios» (MSPer) fra 2020 ble nyttepotensialet i å innføre mer digital støtte til mange av informasjons- og sjøsikkerhetstjenestene som gis til skip undersøkt. Mye av dette gis gjennom sjøtrafikksentraltjenesten (VTS). Analysen tok for seg 16 maritime tjenester innen e-navigasjon som har til hensikt å forbedre tilrettelegging av informasjon til støtte for sikker navigasjon [52]:

- MS 1 – VTS Information Service (INS)
- MS 2 – Navigational Assistance Service (NAS)
- MS 3 – Traffic Organization Service (TOS)
- MS 4 – Local Port Service (LPS) / Port Support Service (PSS)
- MS 5 – Maritime Safety Information Service (MSI)
- MS 6 – Pilotage Service
- MS 7 – Tugs Service
- MS 8 – Vessel Shore Reporting
- MS 9 – Telemedical Assistance Service (TMAS)
- MS 10 – Maritime Assistance Service (MAS)
- MS 11 – Nautical Chart Service
- MS 12 – Nautical Publications Service
- MS 13 – Ice Navigation Service
- MS 14 – Meteorological Information Service
- MS 15 – Real-time Hydrographic and Environmental Information Service
- MS 16 – Search and Rescue (SAR) Service

Mange av tiltakene omhandler projisering av informasjon direkte til skipets ECDIS slik at mest mulig informasjon vises på et sted, slik at navigatør slipper å operere kommunikasjonssystemer, slipper å lete etter informasjon eller manuelt plassere informasjon på kartet. Dette krever en Common Maritime Data Structure (CMDS) med standardisering som S-100.

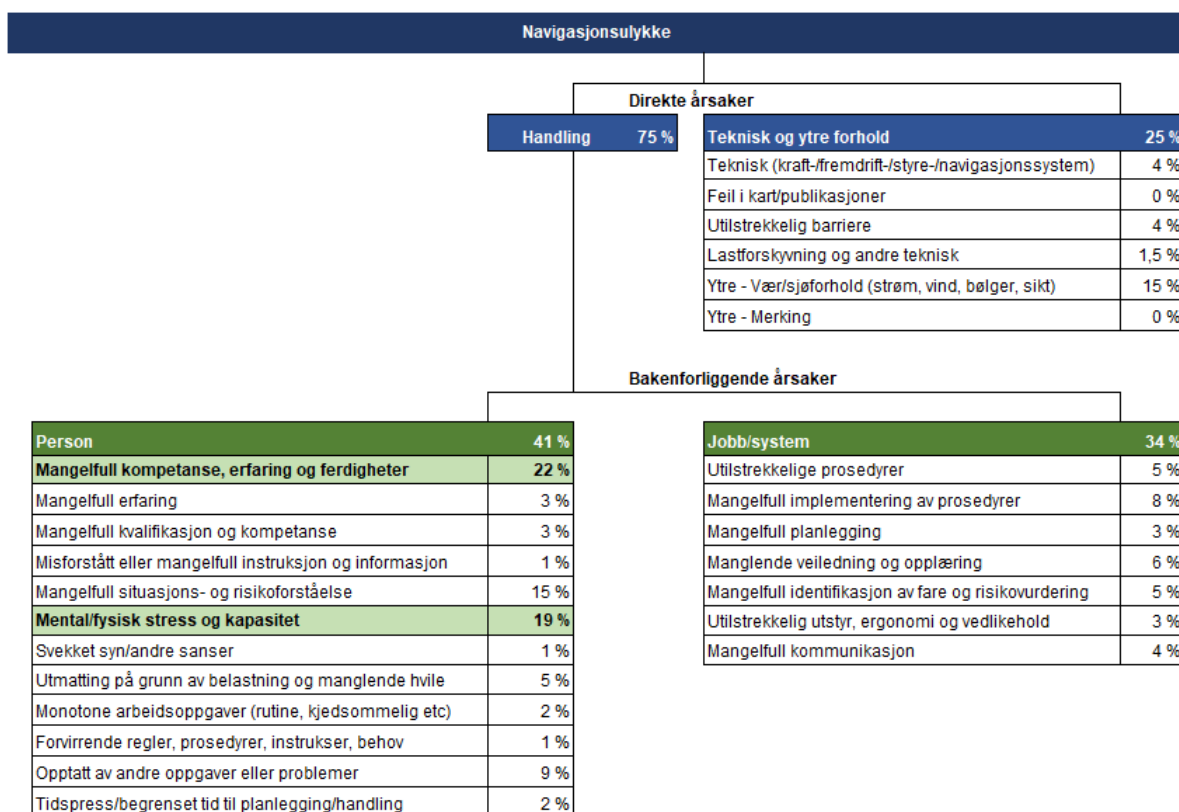
Flere av tjenestene listet ovenfor er delt inn i ulike tiltak, og det blir for omfattende å liste opp alle vurderingene som er gjort i denne analysen. I analysen bekreftes det imidlertid at tilrettelegging av dagens analoge informasjon til brukervennlig digital informasjon har en samfunnsmessig gevinst gjennom redusert antall ulykker forårsaket av menneskelige feil [52].

Effektanslagene som ble gitt på redusert ulykkeshyppighet var basert på ekspertvurdering gjennom intervjuer med brukere og leverandører av tjenestene. Det var ingen av enkelttiltakene som fikk en effekt høyere enn 10 %. Samlet for alle tiltakene ble det estimert 26 færre grunnstøtinger per år, av totalt 52 grunnstøtinger [52]. Dette gir en redusert ulykkeshyppighet på 50 %.

4.7.4 Analyse ved bruk av årsaksmodellen

Det er foretatt en forenklet analyse for å få et estimat på samlet risikoreduserende effekt av e-navigasjon ved å bruke årsaksmodellen. Vi har valgt å bruke årsaksmodellen for ulykker med farledsbevis. Det må påpekes at dette er en grov-analyse og verdiene må anses som et øvre estimat på redusert ulykkeshyppighet. Estimater som er beregnet her gir kun en overordnet indikasjon på effekten til bruk i risikomodellering for sjøsikkerhetsanalysen frem til 2060.

For hver hovedløsning av e-navigasjon er det sett på hvilke årsaksforhold tiltaket kan på virke og i hvilken grad. Et eksempel: Dersom tiltaket medfører at årsaken *mangelfull erfaring* (som isolert årsak teller 3 % av total ulykkeshyppighet) reduseres med 50 % (dvs. 50 % færre ulykker som følge av denne årsaken), gir dette en total reduksjon i ulykkeshyppighet på 1,5 %.



Figur 4-13 Forenklet årsaksmodell for navigasjonsulykker hvor det er benyttet farledsbevis.

S1: Forbedret, harmonisert og brukervennlig brodesign

Brodesign og utstyrsoppsett påvirker navigatørenes evne til å utføre navigasjonsoppgaver. I utarbeidelsen av e-navigasjonsstrategien er det pekt på at selv om broleverandører i dag hensyntar ergonomi, mangler det tilstrekkelige standarder og forskrifter, samt veiledning for vurdering av brukervennlighet for å sikre et minimumsnivå av ergonomisk kvalitet. Eksisterende ytelsesstandarder og retningslinjer med hensyn på ergonomi mangler en harmonisering, og brukes sjelden [54].

Navigatører kan oppleve vanskeligheter med å få tilgang til nødvendig informasjon på grunn av ergonomiske problemer, for eksempel upraktisk fysisk plassering av navigasjonsutstyr. Ergonomiske problemer med navigasjonsutstyr relateres også til menneske-maskin-grensesnitt. I e-navigasjon settes det søkelys på at brooppsett, utstyr og systemer ikke er konsekvent og tilstrekkelig utformet fra et ergonomisk og brukervennlig perspektiv. Manglende kjennskap til brostyr

og/eller unødvendig tidsbruk for å finne korrekt informasjon/kontroll/alarm anses å ha negativ innvirkning på sikker navigering [54].

Ved å bruke årsaksmodellen er det vurdert at følgende årsaker kan bli positivt påvirket av tiltak S-1:

- I årsaksanalysen så vi at *Utilstrekkelig utstyr, ergonomi og vedlikehold* er rapport å være bakenforliggende årsak i 3 % av navigasjonsulykkene. Med implementering av dette tiltaket kan potensielt alle ulykker relatert til brodesign bli luket bort. Siden vedlikehold også er inkludert i denne årsakskategorien blir det for optimistisk å anta 100 % reduksjon, og en halvering (50 %) reduksjon er derfor brukt..
- En liten reduksjon (10 %) i årsakskategorien *mangelfull situasjons- og risikoforståelse* antas også ettersom navigatørene får bedre beslutningsstøtte, overblikk og grensesnitt for kommunikasjons- og navigasjonsmidler.
- Samlet gir dette en reduksjon på rundt 2 % på frekvensen for navigasjonsulykke.

S2: Standardisert og automatisk skipsrapportering

Det finnes mange nettbaserte rapporteringssystemer globalt. E-navigasjon strategien peker på at systemene ikke er harmoniserte, ofte duplisert, og basert på ulike formater og plattformer. Det antas at harmoniseringen og automatiseringen vil føre til mer effektivitet og kostnadsreduksjon for medlemslandene. I Norge er SafeSeaNet-systemet utformet til et Single Window som inkluderer rapporteringskrav til en rekke myndigheter som tollvesen, politi, PSC, forsvar, NCA (VTS, Pilot) og helsemyndigheter [54].

Sjøsikkerhetseffekten av tiltaket vil positivt kunne påvirke årsaker til ulykker knyttet til arbeidsbelastning, tidspress og utmatting:

- I årsaksanalysen ser vi at årsakskategoriene *Utmatting på grunn av belastning og manglende hvile og Tidspress/begrenset tid til planlegging/handling* samlet står for 7 % av bakenforliggende årsaker til ulykker. Videre er *Opptatt av andre oppgaver eller problemer* nevnt som bakenforliggende årsak i 9 % av navigasjonsulykkene. Generelt bør disse årsakene reguleres gjennom forskrifter for bemanning og hviletid, og årsaken drives mye av operasjonelle forhold (ruter, anløp, etc.), men det kan antas at tiltaket S-2 kan ha en moderat påvirkning. En 10 % reduksjon av disse årsakskategoriene er derfor gitt ved å en tar ned noe av mengden administrativt arbeid på broen.

S1 og S2 gir da en samlet reduksjon på rundt 4 % på frekvensen for navigasjonsulykke.

S3: Forbedret pålitelighet, fleksibilitet og integritet av broutstyr og navigasjonsinformasjon og S4: Integrering og presentasjon av tilgjengelig informasjon i grafiske skjermer som mottas via kommunikasjonsutstyr

Tiltakene S3 og S4 er noe overlappende, og sees derfor på samlet.

Sofistikerte bronavigasjonssystemer blir stadig mer integrert med hverandre og med andre typer systemer på skipet. Dette omhandler hva som skal presenteres på skjermene på bro, hvordan og når. Dette ser vi allerede i dag med mulighetene for integrasjonen mellom ECDIS, AIS, radar og andre systemer. Med systemenes evne til å påvirke hverandre, øker også kompleksiteten. Følgelig er påliteligheten, robustheten og integrasjonen av systemer og programvare en økende utfordring. En økende bruk av elektronisk navigasjon gjør også at behov blir større.

Sikker navigasjon er avhengig av navigatørenes evne til enkelt å betjene navigasjonsutstyr, samt forstå informasjonen som blir presentert for dem. Dette er essensielt for å kunne oppnå optimale forhold for årvåkenhet og situasjonsforståelse, der beslutningsstøtte for navigatøren står sentralt.

Ved å bruke årsaksmodellen er det vurdert at følgende årsaker kan bli positivt påvirket av tiltak S-3 og S-4:

- Det antas at tiltakene potensielt kan ha en betydelig påvirkning på årsakskategorien *mangelfull situasjons- og risikoforståelse*. En kanskje noe optimistisk 50 % reduksjon er brukt her, og vi antar da at ikke alle årsaker knyttet til denne årsakskategorien kan løses av kun design og felles standarder.
- Effekten av *Utilstrekkelig utstyr, ergonomi og vedlikehold* er allerede hensyntatt i S1.
- Den jobb-system relaterte årsaksfaktoren *Mangelfull identifikasjon av fare og risikovurdering* kan tenkes noe redusert med 10 % gjennom bedre verktøy og mer tilgjengelig informasjon.
- Tiltakene kan også positivt kunne påvirke årsaker til ulykker knyttet til arbeidsbelastning, tidspress og utmatting. Det er imidlertid ikke antatt at de vil overgå eller øke effekten som allerede her er estimert for S-2.

S1, S2, S3 og S4 gir da en samlet reduksjon på rundt 10 % på frekvensen for navigasjonsulykke.

S5: Forbedret kommunikasjon av landbaserte sjøtrafikksentraltjenester.

Mangelfull kommunikasjon er nevnt som direkte årsak i 4 % av kategorien feilhandling, og 4 % av kategorien jobb/systemrelatert kommunikasjon. Dersom vi estimerer at S5 kan ta ned hele 50 % av tilfellene hvor mangelfull kommunikasjon er nevnt som direkte feilhandling²⁷, får vi en ytterligere reduksjon av ulykkesfrekvensen.

Samlet for alle fem hovedløsninger (S1-S5) får vi da en total effekt på rundt 11 %.

Det er da antatt en generell farledbevisseilas utenfor tjenesteområde til sentralen. Det må påpekes at det er høy usikkerhet knyttet til dette anslaget, og det er basert på ekspertvurdering. Det er heller ikke sikkert at alle mulige effekter av e-navigasjon er blitt hensyntatt, da konseptet med e-navigasjon er komplekst og i stadig utvikling. Som nevnt innledningsvis antas det at e-navigasjon innføres over en lang tidsperiode og at tjenestene må utvikles gradvis over tid for å kunne nærme seg virkningspotensialene som har vært analysert.

4.7.5 Konklusjon

Det er ingen andre studier som har kvantifisert den samlede risikoreduserende effekten av e-navigasjon. En grov-analyse ble derfor foretatt ved å bruke den forenklede årsaksmodellen. Resultatet antyder en redusert ulykkeshyppighet på rundt 11 %.

4.8 Fjernstyrte operasjoner og autonome skip

Autonome skip kan potensielt gjøre skipsfarten tryggere, både ved å redusere årsaker til ulykker som forårsakes av menneskelige feil, og redusere antall mannskap ombord, som igjen kan redusere antall eksponerte i ulykker. Det er en utbredt oppfatning at menneskelig feilhandling står for en betydelig andel av ulykker til sjøs. Tallene varierer fra 60 % til 90 % [55]. FSA studien som ble levert av Norge i 2013 refererte til 65 %, mens årsaksanalysen 2022 knytter 75 % av ulykker til feilhandlinger av broteamet [44]. En oversikt fra EMSA viser at for 65 % av de registrerte ulykkene er den viktigste medvirkende årsaken en menneskelig feilhandling [55].

En studie av Vos, J et.al, presentert i en artikkel fra 2021, konkluderer med at det ikke finnes noen studier som har kvantifisert hvor stor prosentandel av ulykkene som kan forhindres med autonome skip. Det pekes på at vanskeligheten med å estimere reduksjonen kan delvis tilskrives at en ulykke ofte ikke er et resultat av bare menneskelig feil, men en kombinasjon av flere årsaker. Det er også uklart hvilken del av de rapporterte menneskelige feilene som faktisk kan løses av et autonomt system [55].

²⁷ 50 % av 4 % av revidert verdi på feilhandling etter S1-S4 på 64 %.

I en tenkt fremtid hvor skipsfarten potensielt domineres av autonome skip kan ulykkeshyppigheten i beste fall være vesentlig redusert, men at andre risikoelementer kan være mer fremtredende; som softwareoppdateringer, systemintegrasjon, beregningsalgoritmer og feilkoding, manglende verifikasjon, samt samhandling med ikke-autonome skip. Sistnevnte må her fremheves, da det i uoverskuelig fremtid vil være snakk om sameksistens mellom autonome og konvensjonelle fartøy. Dette er et område det er forsket, og fortsatt må forskes, på for å besørge sjøsikkerheten i den kommende sameksistensen. Et eksempel er doktoravhandling 2020:412 ved NTNU «A systems perspective on maritime autonomy - The Vessel Traffic Service's contribution to safe coexistence between autonomous and conventional vessels».

Kystverket bidrar allerede til å gjøre Norge til en ledende nasjon i utprøvingen av autonome løsninger for sjøtransport gjennom å være med på forskning, samt legge til rette for testområder for autonome fartøy. Sjøfartsdirektoratet og Kystverket godkjente nylig sjøområdet Sletta, Smedasundet og Karmsundet som nå blir nye testområder for fjernstyrte teknologier og autonome fartøy i Norge. Trondheimsfjorden, Storfjorden på Sunnmøre og Horten er allerede etablert som testområder.

4.9 Utdyping

Fysiske farledstiltak innebærer å sprengte bort grunner, fjerne skipsvrak eller mudre. Hensikten er å gjøre farledene mer sikre ved å fjerne grunnstøtingsfarer og/eller å øke fremkommeligheten. Økt fremkommelighet skjer ved at farledenes kapasitet øker slik at større fartøyer kan ferdes der. Effekten av tiltaket må vurderes i hvert enkelt tilfelle ved hjelp av en risikovurdering av trafikk, seilingsmønster og dybdeforhold i det enkelte området, samt at tiltaket må sees i sammenheng med kapasitetsrestriksjoner. I kvantitative farledsanalyser benyttes programvaren IWRAP for beregning av lokal sjøsikkerhetseffekt, basert på dybdekurver før og etter, samt endringer i skipstrafikken.

Mudring av innseiling Borg er et godt eksempel på gjennomført tiltak for å bedre seilingsforholdene. En utvidet farled gir skipstrafikken mer plass til å seile i det trange farvannet. Mudring i havneområder kan også være et effektivt risikoreduserende tiltak. Mudring av farleder vil imidlertid være et tiltak som kan trenge vedlikehold (dersom tilsig av masse), og kost-nyttens i et lenge tidsperspektiv må vurderes.

En bredere farled kan også være med på å redusere kollisjonsrisikoen, og åpne opp for muligheten for å benytte separate fartøysløp. Fysiske farledstiltak som utdyping og mudring kan imidlertid bidra til økt trafikk, både med antall passeringer og større fartøy, som igjen kan øke totalrisikoen. Dersom slike negative virkninger identifiseres, må avbøtende tiltak vurderes.

Det er ikke funnet noen referansestudier som kvantifiserer den risikoreduserende effekten av å utbedre farleder.

4.10 Samlet effekt av tiltak

Det er foretatt en kortfattet kvalitativ vurdering av samlet effekt av sjøsikkerhetstiltakene som ligger innenfor Kystverkets portefølje. Internasjonale IMO-tiltak som AIS, brovaktalarm og ECDIS er allerede gjennomført og må hensyntas når en vurderer effekten av nye tiltak. Effekten av sjøsikkerhetstiltakene som er beregnet kan i utgangspunktet kun adderes dersom det ikke er avhengigheter eller om det er risikoreduksjoner i et tiltak som påvirker samme årsaksforhold i et annet tiltak. I rapporten risiko 2060, som er en delleveranse i Sjøsikkerhetsanalysen, er det gjennomført en kvantitativ analyse der det er beregnet samlet effekt av besluttede og mulige fremtidige tiltak frem mot år 2060. For ytterligere detaljer rundt disse beregningene henviser vi til nevnte rapport.

Navigasjonsinnretninger ligger som et viktig fundament i farledsinfrastrukturen, og effekten av merketiltak, samt utdypinger, vil sjelden være veldig avhengig av andre tiltak. Effekten vil i de fleste sammenhenger være like god for navigatører med og uten farledsbevis, som for fartøy som seiler med los, selv om det ble kommentert i kapittel 4.6.2 at det er indikasjoner på at det i kystfart og innaskjærs brukes mindre visuell/optisk og terrestrisk navigering blant navigatørene, og at man stoler mer på ECDIS.

Ser vi på avhengigheten av merketiltak til effekten av VTS, så kan denne være noe mer kompleks. VTS som nautiske veiledning, overvåking og organisering av skipstrafikken kan tenkes å ha en høyere effekt hvor farvannet i utgangspunktet er dårlig merket. Dette gjennom at trafikkleder aktivt bedriver veiledning og advarer om farer. Men også i

motsatt tilfelle, hvor farleden er godt merket, og det er et mer forutsigbart seilingsmønster, så kan dette støtte trafikklederne i å identifisere situasjoner som avviker fra normalseilas. En kan da potensielt oppnå en høyere samlet effekt. Det samme vil gjelde for anbefalte ruter og tiltak med trafikkseparasjoner.

For VTS, kan også effekten antas å være ulik dersom los er ombord i fartøyet, sammenlignet med samme fartøy uten los. Dette fordi en i utgangspunktet kan oppnå bedre kommunikasjon med trafikkleder, samt at losen kommer inn som ekstra ressurs på broen og en får tettere nautisk beslutningsstøtte, sammenlignet med en trafikkleder over samband.

5 REFERANSER

- /1/ Kystverket (2022) *Virkemidler i sammenheng*. 1.mai 2022.
- /2/ Kystverket (2023). *AIS Norge*. <https://www.kystverket.no/navigasjonstjenester/ais/ais-artikkelside/>
- /3/ IMO (2022). *AIS transponders*. <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/AIS.aspx>
- /4/ Kystverket (2023) *Navigasjon for lostjenesten*.
- /5/ M. Lutzen and P. Friis Hansen. *Reducing Effect of AIS Implementation on Collision Risk*. Maritime Engineering, Department of Mechanical Engineering, Technical University of Denmark.
- /6/ TØI (2015) *Alternative forståelser av risiko og eksponering*. TØI rapport 1449/2015. Oslo, desember 2015.
- /7/ Elvik, R. (2015b). *Some implications of an event-based definition of exposure to the risk of road accident*. Accident Analysis & Prevention, 76, 15-24. doi:
- /8/ Hakamies-Blomqvist, L., Raitanen, T., & O'Neill, D. (2002). *Driver ageing does not cause higher accident rates per km*. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 5(4), 271-274.
- /9/ L. Gucma & K. azuga (2020). *Analysis of the Impact of Exemption from Pilotage for 75m and 90m Long Vessels on the Fairway Swinoujcie-Szczecin*. The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. Volume 13, Number 3, September 2019, DOI: 10.12716/1001.13.03.20. Maritime University of Szczecin, Szczecin, Poland.
- /10/ Torkelsen, Kuosmanen & Engelschøin (2019). *Varsling av grunnstøtinger ved hjelp av dynamiske risikoovervåkningssystem*. Bacheloroppgave innen studium for nautikk ved NTNU. 30.05.2019.
- /11/ TAÿAN (2019) *Ship Transitions from Turkish Straits and Analysis of Transition Times*
- /12/ Gursoy (2019) *Analysis of Ships' Accidents and Defects at Istanbul Strait*, Master's Thesis
- /13/ IMPA (2022) *Maritime Pilots and Pilotage - Quantifying the Value of Maritime Pilotage*. Presentert av Dr. Edwin Kraft
- /14/ Park Y.A, Yip T.L & Park H.G (2019) *An Analysis of Pilotage Marine Accidents in Korea*. The Asian Journal of Shipping and Logistics. Volume 35, Issue 1, March 2019, Pages 49-54.
- /15/ Be-Aware (2014). *Technical Sub-report 5: Existing and decided risk reducing measures*. 19-02-2014.
- /16/ Kystverket (2023) *Los og farledsbevis*. Kystverkets hjemmesider.
- /17/ Kystverket (2023) *Virkning av Los og Farledsbevis - Kvantitativ effektanalyse*. Versjon 2. 18.08.2023.
- /18/ DNV (2013) *Utredninger for Losutvalget: Analyse av skipstrafikk, ulykkesstatistikk, los relaterte aktiviteter og sjøsikkerhetstiltak*. Rapport nr./DNV Referanse nr.: 2012-1479/14XQDLA Rev.4, 2013-05-16.
- /19/ Lentz A. and Kroon I. B., 2009. *Risk reducing effect of pilotage (Turkey)*.
- /20/ Lappalainen J., Kunnaala V., Nygren P & Tapaninen U. (2011) *Effectiveness of pilotage*
- /21/ DNV (1999), "*Risk Assessment of Pollution from Oil and Chemical Spills in Australian Ports and Waters*", Det Norske Veritas Project 9330-3972, December 1999.
- /22/ Lov om havner og farvann (havne- og farvannsloven)

- /23/ Kystverket (2015). *Generelle kommentarer til rapporten (Sjøsikkerhetsanalysen 2014)*
- /24/ SSPA (2012), *Summary Report on Evaluating VTS and Pilotage as Risk Reduction Measures*. Efficiency Sea project, document W-WP6-5-04, January 2012.
- /25/ Commission of the European Communities (CEC) (1988). *Cost-301, Shore-Based marine Navigation Aid System*, The Directorate General, Transportation, CEC, Luxemburg.
- /26/ USCG (1991), *Port Needs Study (Vessel Traffic Services Benefits)*. United States Coast Guard, Washington DC.
- /27/ Det Norske Veritas, *Demonstration of Risk Analysis Technique for Ship Transportation in European Waters*, Safety of Shipping in Coastal Waters (SAFECS), Det Norske Veritas Project 98-2021, July 1998.
- /28/ Innovasjonsmiljø (1994), *Trafikksentral for Rogaland. Samfunnsmessig nytte-/kostanalyse*.
- /29/ Asplan Viak, *Trafikksentral for Oslofjorden: Samfunnsmessig nytte-/kostnadsvurdering*.
- /30/ TØI (2003) *Trafikksentral for Nord-Norge - Samfunnsøkonomisk analyse*.
- /31/ Losutvalget (2013). *NOU 2013:8 Med los på sjøsikkerhet - Losordningens omfang, organisering og regelverk*. Utredning fra utvalg oppnevnt ved kongelig resolusjon 2. mars 2012. Avgitt til Fiskeri- og kystdepartementet 10. juni 2013.
- /32/ Møtereferat - Arbeidsmøte Virkningsanalysen – Sjøsikkerhetsanalysen 2022. M.ref.Nr.: MADZ028WT. Dato 10.10.22
- /33/ Store norske leksikon (2023) *ECDIS (kartplotter)*
- /34/ Sjøfartsdirektoratet (2022) *Læring av hendelse – Bruk av ECDIS-kart og ruteplanlegging*
- /35/ *WORK PROGRAMME. Bridge navigational watch alarm system (BNWAS)* MSC. 81/23/2 19 October 2005. Note by the Bahamas and Denmark
- /36/ *CARRIAGE REQUIREMENTS FOR A BRIDGE NAVIGATIONAL WATCH ALARM SYSTEM*. Submitted by Japan. NAV 53/INF.8. 18 May 2007.
- /37/ Sjøfartsdirektoratet (2006). *FUNKSJONSKRAV FOR BROVAKTALARM*. 28.06.06 Saksnr.: A-199718573 GLO. Gjelder til: 1. juli 2011. Opphever: Rundskriv serie F 6/97 Referanse til: Forskrift av 11. februar 1997 nr 127 om navigasjonshjelpemidler og broarrangementer på fiske- og fangstfartøy § 11 RSV-6/2006.
- /38/ *CARRIAGE REQUIREMENTS FOR A BRIDGE NAVIGATIONAL WATCH ALARM SYSTEM*. Submitted by Denmark NAV 53/6 20 April 2007.
- /39/ *Forskrift om navigasjon og navigasjonshjelpemidler for skip og flyttbare innretninger*. Sist endret FOR-2022-06-28-1234 fra 01.07.2022
- /40/ COWI (2012). *Project on sub-regional risk of spill of oil and hazardous substances in the Baltic Sea (BRISK)*. Admiral Danish Fleet HQ, National Operation, Maritime Environment Model report: Part 4 - Frequency and quantity of spill of oil and hazardous substances
- /41/ Møte med Tormod Våga (Trafikksentralsjef) og Ole Kristian Klausen (Trafikkleder) ved Kvitsøy VTS hos DNV 2015-05-06.
- /42/ Kystverket (2023) *VTS hendelsesregister for ulykker og uønskede hendelser rangert i kategorien høy*.

- /43/ Kystverket (2023) *Merkingen av norskekysten*
- /44/ DNV (2023) *Årsaksanalyse for ulykker med los og farledsbevis*. Rapport Nr.: 2023-0259.
- /45/ DNV (2023) *Interessentanalyse for innspill til forebyggende sjøsikkerhetstiltak*. Rapportnr.: 2022-1160.
- /46/ DNV (2014) *Sjøsikkerhetsanalysen 2014*. Samlerapport (syntese) med tekniske bakgrunnsrapporter.
- /47/ DNV (2023) *Statistikk over navigasjonsulykker med fartøy i norske farvann*. Rapport Nr.: 2023-0335
- /48/ Kystverket (2014) *Sjøsikkerhetsanalysen - Kystverkets oppsummering med vurderinger og anbefalinger*. Versjon 3
Dato: 19.11.2015
- /49/ Kystverket (2020) *Kystverkets forslag til prioritering av ressurs-bruk i perioden 2022-2033*. Mars 2020.
- /50/ Kystverket (2023) *e-navigasjon* <https://www.kystverket.no/om-kystverket/forskning-og-utvikling-fou/e-navigasjon/>
- /51/ DNV rapport nr. 2004-0778, Rev. 01., 2004. *Skipstrafikk langs norskekysten. Analyse av miljørisiko*.
- /52/ DNV (2020) *Nytteeffekter for digitalisering av Maritime Service Portfolios*. SØA AVROP NR. 70 SØA E-NAV MSP.
Rapportnr.: 2020-0213 Rev. 2.
- /53/ Hong, S. (2015) *A study on the effects of e-navigation on reducing vessel accidents*. World Maritime University
- /54/ NAV 59/6 31, May 2013. *DEVELOPMENT OF AN E-NAVIGATION STRATEGY IMPLEMENTATION PLAN*. Report of the Correspondence, Group on e-navigation to NAV 59. Submitted by Norway
- /55/ Vos, J. et.al (2021) *The Impact of Autonomous Ships on Safety at Sea – A Statistical Analysis*. Reliability Engineering & System Safety, Volume 210, June 2021, 107558
- /56/ DNV (2022) *Årsaksanalyse av grunnstøtinger og kollisjoner i norsk farvann*. Rapport Nr.: 2022-1236.
- /57/ Cecilie Valderhaug, Trond Ski (2018). *Sjøtrafikksentraler og overvåkingsevne*. Prosjektoppgave i Risiko, Sikkerhet og Sårbarhet, 2018. Universitetet i Stavanger
- /58/ Kystverket: Hva er AIS? https://havbase.kystverket.no/havbase_report/doc/AIS.pdf

VEDLEGG A: ANALYSE AV ULYKKESUTVIKLING I VTS-OMRÅDENE

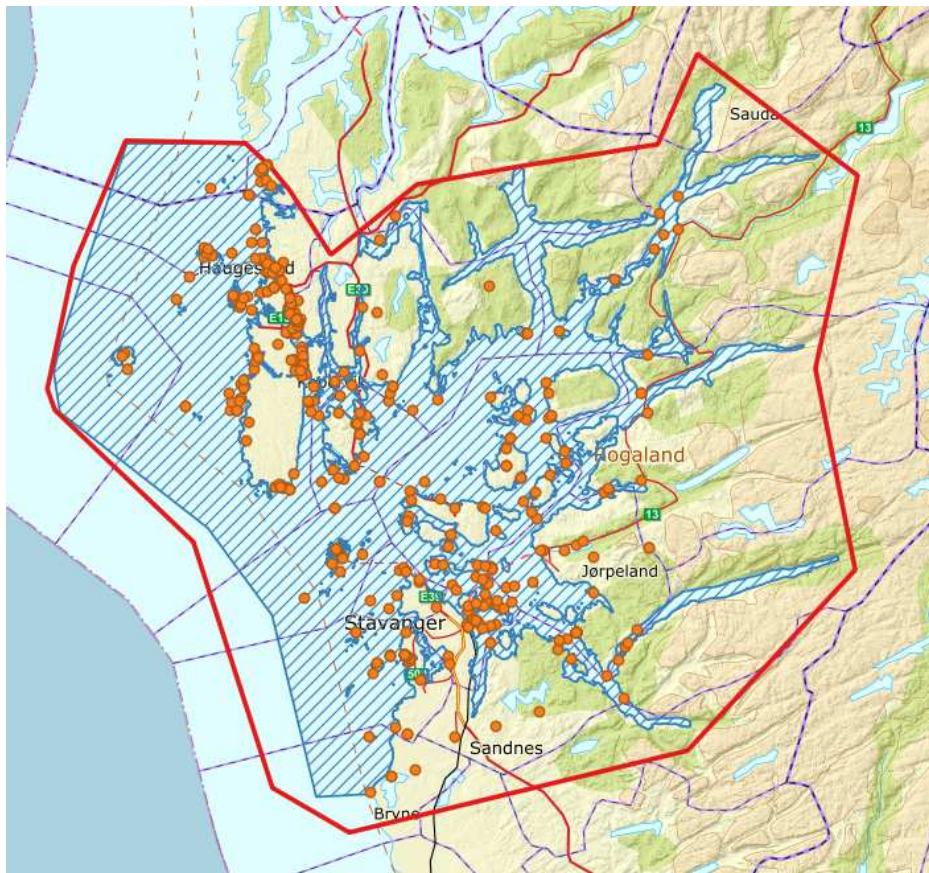
Som del av Sjøsikkerhetsanalysen ble det gjennomført en analyse av DNV for å forsøke å beregne virkningen VTS har hatt på antallet registrerte navigasjonsulykker. Dette ble gjort ved å sammenligne antall ulykker før og etter etableringen av VTS, innenfor hvert av sjøtrafikksentralområdene.

For å analysere ulykker før og etter ble ulykkesdata filtrert geografisk, slik at de kun inneholdt ulykker innenfor tjenesteområdet til hver enkelt sjøtrafikksentral. Dette ble gjort ved å lage en polygon per sjøtrafikksentral, som da inneholdt hele tjenesteområdet. Disse polygonene ble også noe tilpasset for å inkludere ulykker som av ulike grunner ikke har ligget innenfor tjenesteområdet til sjøtrafikksentralen. Dette skjer for eksempel på grunn av feilregistrert posisjonsdata for ulykken i SDU, slik at den eksempelvis havner på land. I tillegg ble alle skip under 24 meter filtrert ut, da disse ikke har meldeplikt til sjøtrafikksentralene. Det ble deretter sammenlignet antall ulykker før og etter innføringen av sjøtrafikksentralen. I analysen av sjøtrafikksentralene har det ikke vært mulig å benytte alvorlige ulykker, da antallet alvorlige ulykker innenfor hver sjøtrafikksentrals tjenesteområde har vært for lavt.

Det var kun mulig å utføre denne analysen for Kvitsøy, Fedje og Horten sjøtrafikksentraler. Brevik VTS ble opprettet før SDU, og det foreligger dermed ingen ulykkesstatistikk før/etter opprettelsen. For Vardø sjøtrafikksentral var det etter filtrering kun fem registrerte ulykker innenfor tjenesteområdet, hvorav alle disse var registrert etter innføringen av sjøtrafikksentralen. Vardø sjøtrafikksentral overvåker også all tankskip- og annen risikotrafikk langs norskekysten. Kinn sjøtrafikksentral ble først operativ den 1. juni 2021, og det var dermed veldig begrenset med ulykkesdata for dette tjenesteområdet.

Det må bemerkes at Kystverket har en oppfatning av at rapporteringstilbøyeligheten, særlig av mindre alvorlige, ulykker i et område øker når det etableres en trafikkentral som overvåker området og at dette bidrar til at etter-tallene for mindre alvorlige ulykker antagelig er større enn de ville ha vært uten at trafikkentralen ble etablert.

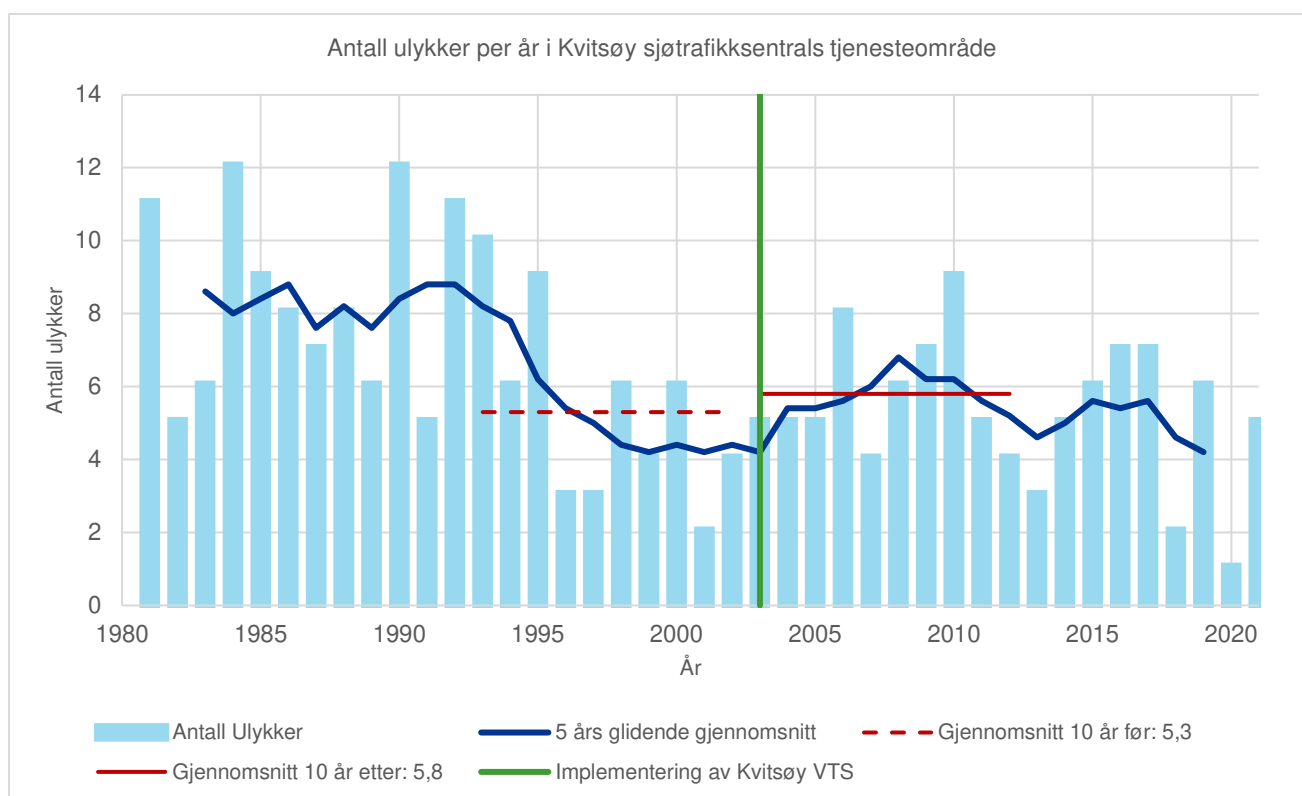
Kvitsøy sjøtrafikksentral



Figur 0-1 Kvitsøy sjøtrafikksentrals tjenesteområde med ulykker og avgrensende polygon

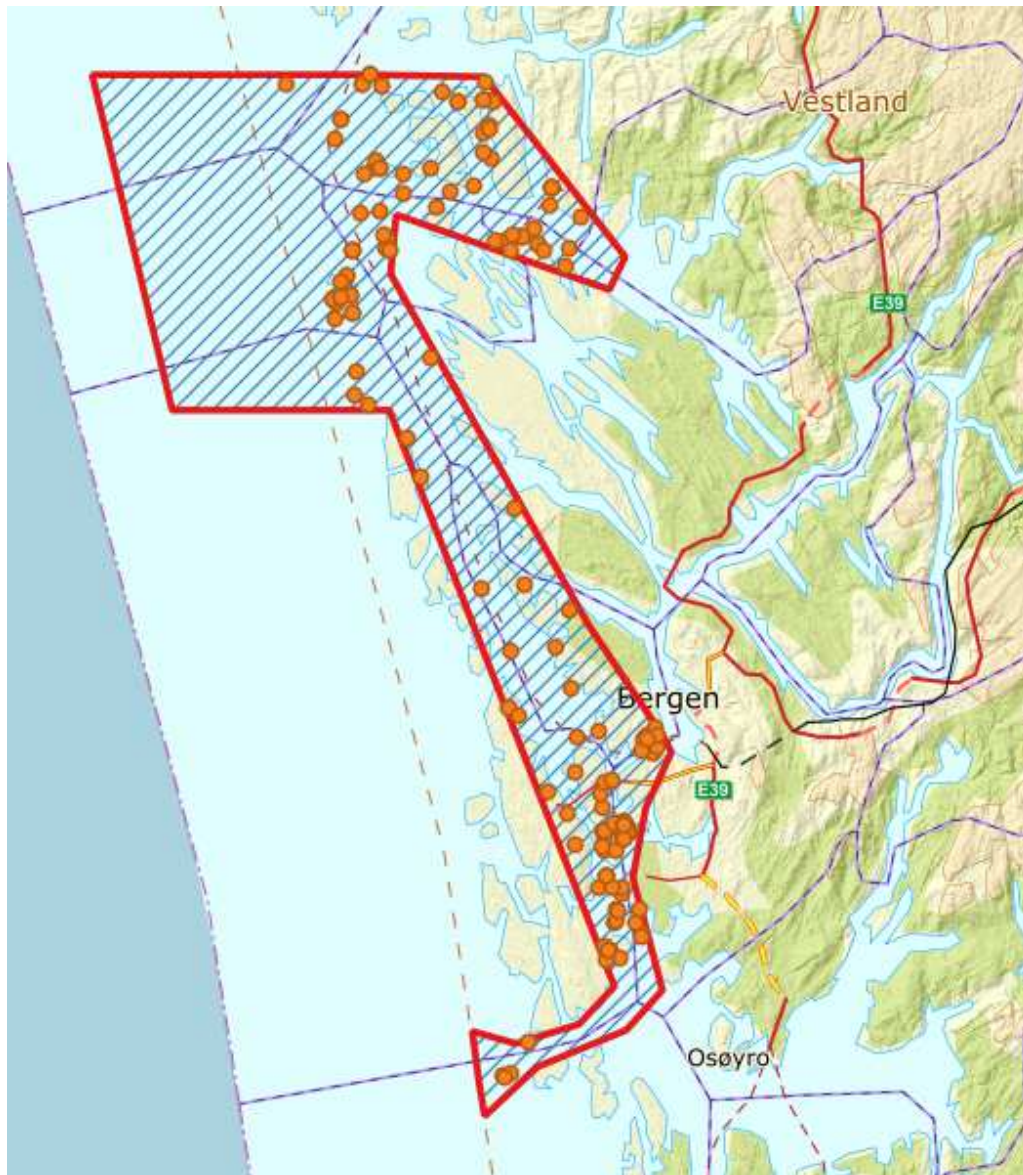
Innenfor Kvitsøy sjøtrafikksentrals tjenesteområdet er det registrert 253 ulykker siden 1981. 153 av disse skjedde før opprettelsen av sjøtrafikksentralen i 2003, og de resterende 100 har skjedd siden. Figuren under viser antall registrerte ulykker per år i Kvitsøy sjøtrafikksentrals tjenesteområde, med et 5 års glidende gjennomsnitt for å tydeliggjøre trenden. Innføringsåret for Kvitsøy sjøtrafikksentral er markert i grønt, og de to røde strekene viser tiårsperiodene før og etter innføringsåret 2003. Disse danner grunnlaget for snittet før og etter, som gir oss en endring i ulykker.

Ved å benytte snittene 10 år før og 10 år etter innføringsåret for Kvitsøy sjøtrafikksentral gir det en økning i antall ulykker på rundt 9 %.



Figur 0-2 Antall registrerte ulykker i Kvitsøy sjøtrafikksentrals tjenesteområde, med innføring av Kvitsøy sjøtrafikksentral

Fedje sjøtrafikksentral

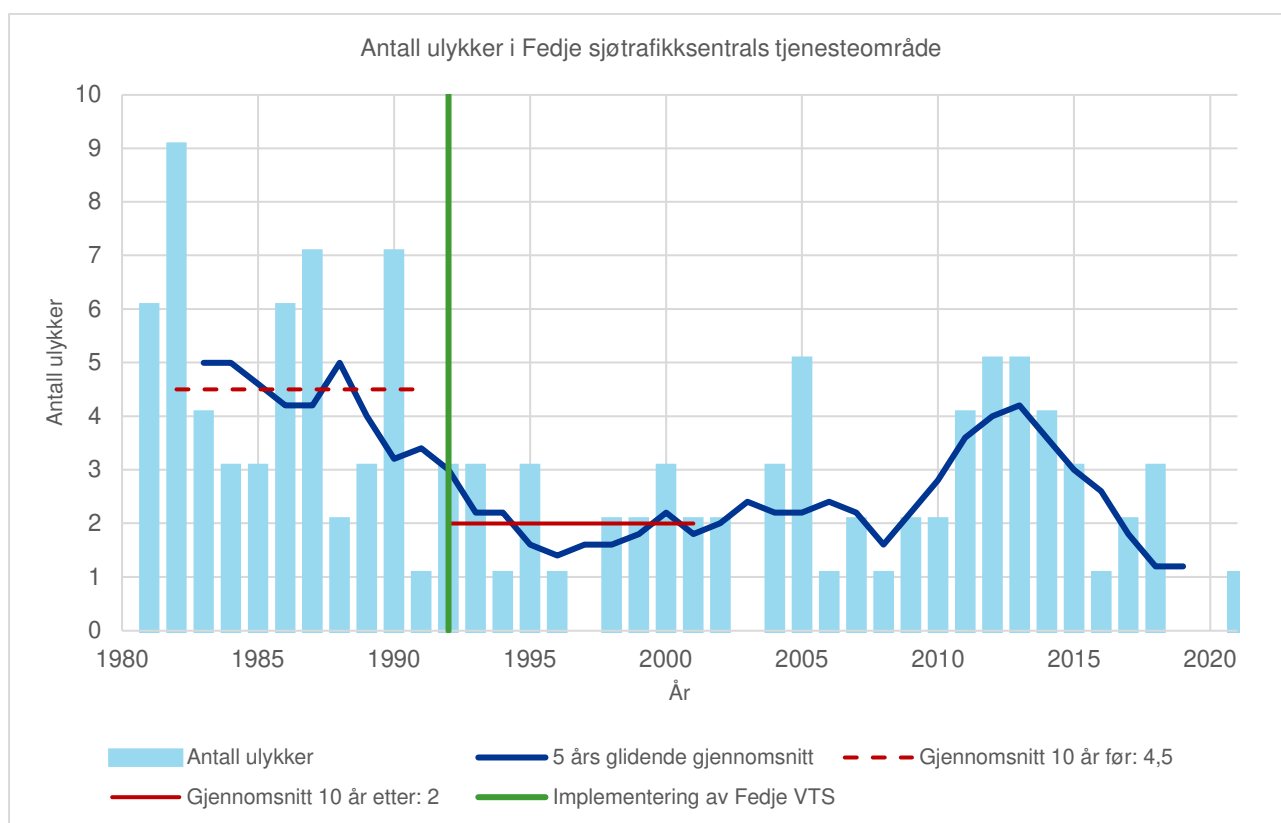


Figur 0-3 Fedje sjøtrafikksentrals tjenesteområde med ulykker og avgrensende polygon

Innenfor Fedje sjøtrafikksentrals tjenesteområdet er det registrert 117 ulykker siden 1981. 51 av disse skjedde før opprettelsen av sjøtrafikksentralen i 1992, og de resterende 66 har skjedd siden. viser antall registrerte ulykker per år i Fedje sjøtrafikksentrals tjenesteområde, med et 5 års glidende gjennomsnitt for å tydeliggjøre trenden. Innføringsåret for Fedje sjøtrafikksentral er markert i grønt, og de to røde strekene viser tiårsperiodene før og etter innføringsåret 1992. Disse danner grunnlaget for snittet før og etter, som gir oss en endring i ulykker.

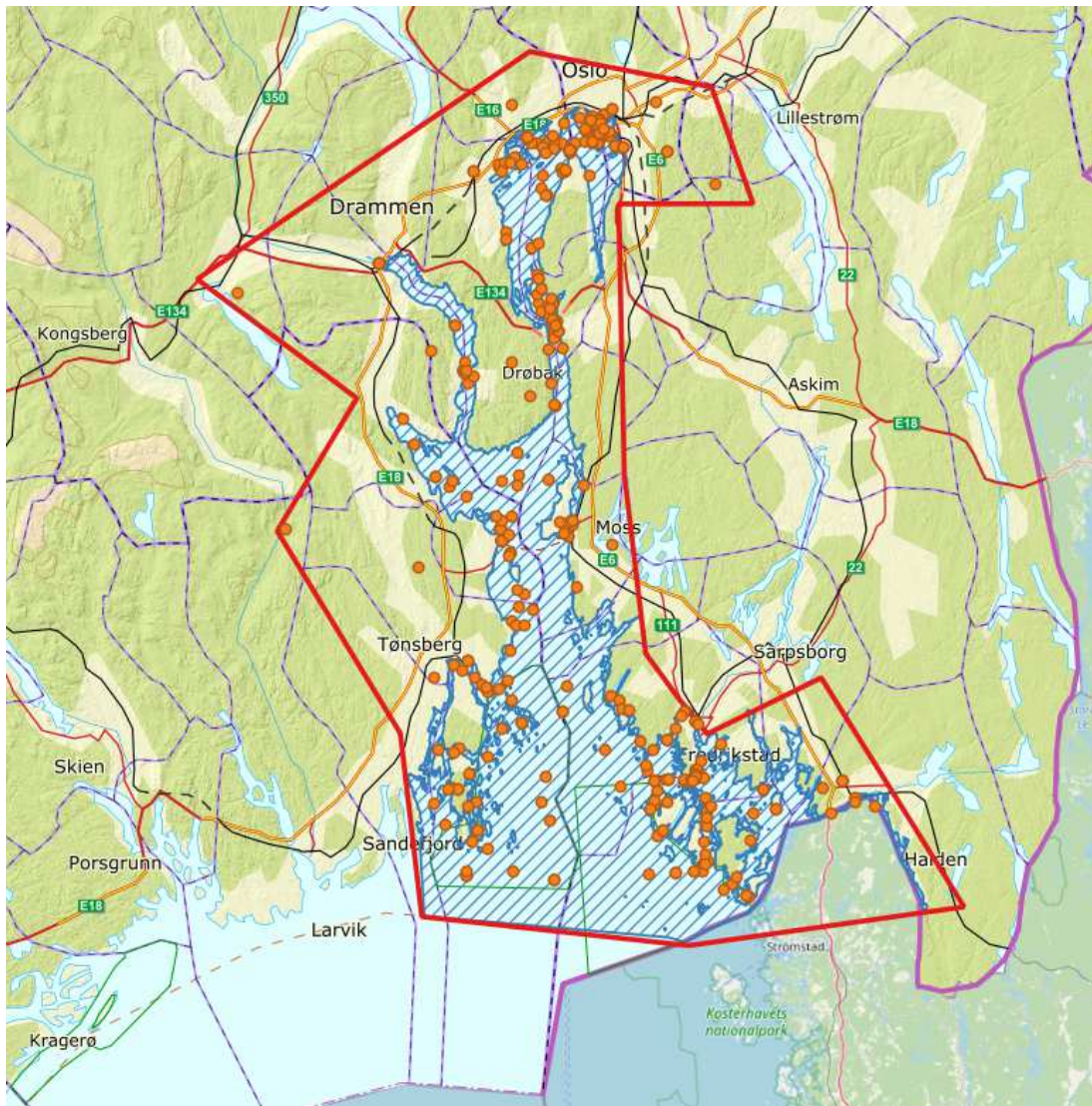
Ved å benytte snittene 10 år før og 10 år etter innføringsåret for Fedje sjøtrafikksentral gir det en reduksjon i antall ulykker på rundt 55 %.

Merk at både Horten og Fedje VTS hadde en nedadgående ulykkes-trend (i VTS-områdene) også i årene før innføring.



Figur 0-4 Antall registrerte ulykker i Fedje sjøtrafikksentrals tjenesteområde, med innføring av Fedje sjøtrafikksentral

Horten sjøtrafikksentral



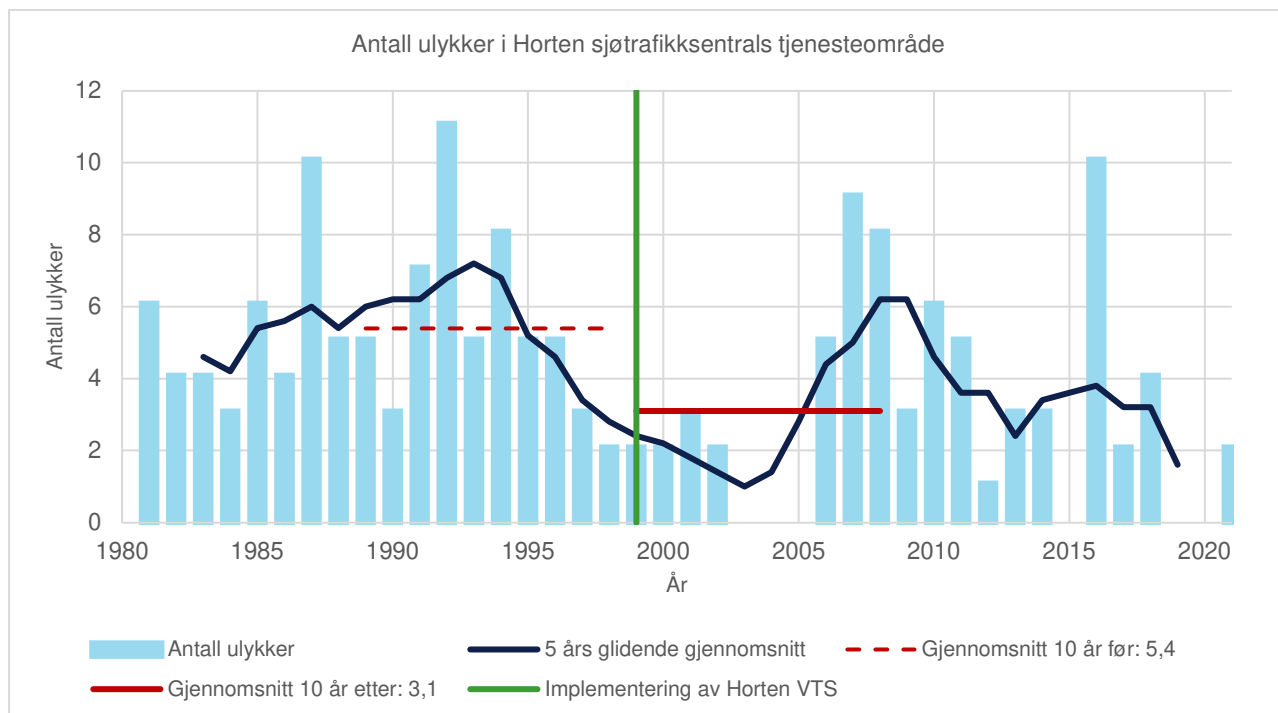
Figur 0-5 Horten sjøtrafikksentrals tjenesteområde med ulykker og avgrensende polygon

Horten sjøtrafikksentral ble etablert i 1999 og har som ansvar å overvåke og organisere skipstrafikken i farvannet fra Færder og inn til Oslo. Sentralens tjenesteområde er vist i figuren.

Innenfor Horten sjøtrafikksentrals tjenesteområdet er det registrert 166 ulykker siden 1981. 96 av disse skjedde før opprettelsen av sjøtrafikksentralen i 1999, og de resterende 70 har skjedd siden. Figuren under viser antall registrerte ulykker per år i Horten sjøtrafikksentrals tjenesteområde, med et 5 års glidende gjennomsnitt for å tydeliggjøre trenden. Innføringsåret for Horten sjøtrafikksentral er markert i grønt, og de to røde strekene viser tiårsperiodene før og etter innføringsåret 1999. Disse danner grunnlaget for snittet før og etter, som gir oss en endring i ulykker.

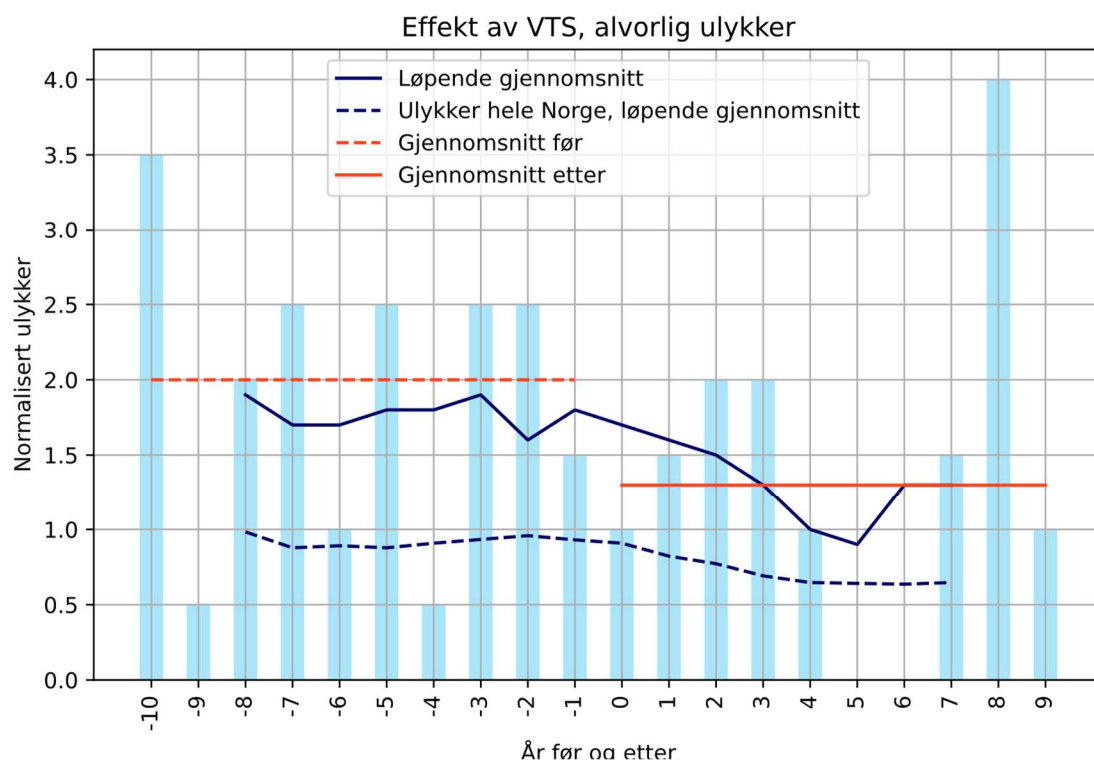
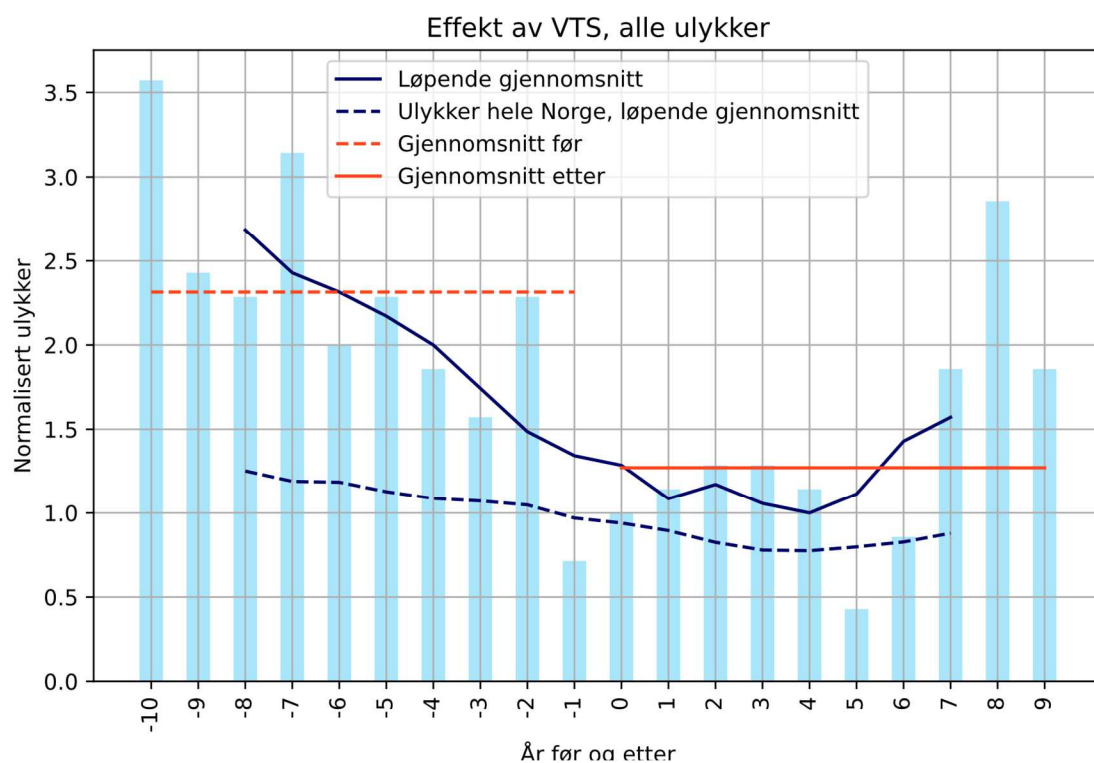
Ved å benytte snittene 10 år før og 10 år etter innføringsåret for Horten sjøtrafikksentral gir det en reduksjon i antall ulykker på rundt 44 %.

Merk at både Horten og Fedje VTS hadde en nedadgående ulykkes-trend (i VTS-områdene) også i årene før innføring.



Figur 0-6 Antall registrerte ulykker i Horten sjøtrafikksentrals tjenesteområde, med innføring av Horten sjøtrafikksentral

Samlet resultat for de tre analyserte sjøtrafikksentralene



VEDLEGG B: ANALYSE AV EFFEKT AV MERKETILTAK

År	Område	Grunnstøt		
		Før	Etter	endring
2015	Finnsnesrenna	1,27	0,33	-74,0 %
2015	Feøy til Storøya	0	0,33	
2017	nekkøyosen til stabben	0,45	0,5	11,1 %
2011	hurtigbåtmerking nordøst måløy	0	0,1	
2014	løperen	0,55	0,29	-47,3 %
2017	oslofjorden	2,09	1,25	-40,2 %
2017	vågsfjorden	0,18	0,25	38,9 %
		Før	Etter	aggregert effekt
	sum	4,54	3,05	-32,8 %
				Standardavvik
				46,04 %

OBJ

VEDLEGG C: EFFEKT AV MERKETILTAK I NTP 2025-2036

Strekn ing	Regio n	Tiltakspakkenavn	Tiltaks- pakke	Analyse- område	Tiltaks- alternativ	Vanskelighet sgrad	Merkeeffekt_ prosent
1	Sørøst	Larvik - Færder, indre hovedled	1	1	1	Middels	8,91
1	Sørøst	Færder	2	1	1	Vanskelig	5,71
1	Sørøst	Færder	2	2	1	Vanskelig	5,71
1	Sørøst	Færder	2	3	1	Vanskelig	5,71
1	Sørøst	Færder	2	4	1	Vanskelig	5,71
1	Sørøst	Håøya	4	2	1	Middels	4,5
1	Sørøst	Innseiling Moss	5	1	1	Middels	7,21
1	Sørøst	Innseiling Halden	6	1	1	Vanskelig	8,91
2	Sørøst	Gjennomseiling Torsbergrenna	9	1	1	Middels	4,5
2	Sørøst	Innseiling Arendal	10	1	1	Middels	
3	Sørøst	Vestergapet og ullerøysund	12	1	1	Middels	15,03
3	Sørøst	Vestergapet og ullerøysund	12	2	1	Middels	6,84
4	Vest	Innseiling Stavanger	13	1	1	Middels	4,22
4	Vest	Karmsundet-Innseiling Husøy indre havn-Våråvågane	14	1	1	Middels	4,5
4	Vest	Karmsundet-Innseiling Husøy indre havn-Våråvågane	14	2	1	Vanskelig	4,5
4	Vest	Feistein-Tungenes	15	1	1	Middels	4,5
5	Vest	Nordlig innseiling Haugesund	16	1	1	Vanskelig	4,5
5	Vest	Innseiling Vågen (120 m)	21	1	1	Middels	
5	Vest	Mortingbåene	26	1	1	Vanskelig	4,22
5	Vest	Innseiling Florø	27	1	1	Vanskelig	
6	Vest	Florø-Frøysjøen	28	1	1	Middels	4,22
7	Vest	Skatestraumen-Fåfjorden-Vågsfjorden-Måløy sør	29	1	1	Vanskelig	5,71
7	Vest	Skatestraumen-Fåfjorden-Vågsfjorden-Måløy sør	29	2	1	Vanskelig	5,71
7	Vest	Skatestraumen-Fåfjorden-Vågsfjorden-Måløy sør	29	3	1	Vanskelig	1,67
7	Vest	Ulvesundet-Sildefjorden	30	1	1	Vanskelig	5,71
7	Vest	Ulvesundet-Sildefjorden	30	2	1	Vanskelig	7,55
8	Midt	Innseiling vest Ålesund	32	1	1	Vanskelig	
8	Midt	Innseiling vest Ålesund	32	1	2	Vanskelig	6
8	Midt	Røyrasund-Svædet	34	1	1	Vanskelig	4,5
11	Nordl and	Hummelråsa	38	1	1	Vanskelig	5
11	Nordl and	Dolmsundet	39	1	1	Vanskelig	5
11	Nordl and	Innseiling Mo i Rana	40	1	1	Middels	14,72
11	Nordl and	Innseiling Åsvær	45	1	1	Middels	10,79

11	Nordl and	Innseiling Åsvær	45	2	1	Middels	7,55
11	Nordl and	Innseiling Åsvær	45	3	1	Middels	7,55



Om DNV

DNV er et internasjonalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering. Siden 1864 har vårt formål vært å sikre liv, verdier og miljøet. Vi bistår våre kunder med å forbedre deres virksomhet på en sikker og bærekraftig måte.

Vi leverer klassifisering, sertifisering, teknisk risiko- og pålitelighetsanalyse sammen med programvare, datahåndtering og uavhengig ekspertrådgivning til maritim sektor, til olje- og gass-sektoren, og til energibedrifter. Med 80,000 bedriftskunder på tvers av alle industrisektorer er vi også verdensledende innen sertifisering av ledelsessystemer.

Med høyt utdannede ansatte i 100 land, jobber vi sammen med våre kunder om å gjøre verden sikrere, smartere og grønnere.

Presentasjon og analyse av risikoberegninger i AISyRisk

Sjøsikkerhetsanalysen 2022

Kystverket

Rapport Nr.: 2021-1262, Rev. 0

Dato: 2023-10-18



Avrop Nr. Avrop 20
 Rapporttittel: Sjøsikkerhetsanalysen 2022
 Oppdragsgiver: Kystverket
 Kontaktperson: Trond Langemyr
 Dato: 2023-10-18
 Prosjektnr.: 10360876
 Org. enhet: Safety, Risk & Reliability
 Revisjon Rev. 0

DNV AS Maritime, Safety Advisory
 Safety, Risk & Reliability
 Veritasveien 1, 1363 Høvik, Norway

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):

Rammeavtale Risikoanalyser 2020

Utført av:	Verifisert av:	Godkjent av:
Magnus Anderson Konsulent	Hans Jørgen Johnsrud Sjefskonsulent	Peter Nyegaard Hoffmann Avdelingsleder

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV 2023. Alle rettigheter forbeholdes DNV. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV AS.

DNV distribusjon:

- ☒ ÅPEN. Fri distribusjon, internt og eksternt.
☐ INTERN. Fri distribusjon internt i DNV.
☐ KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste. *
☐ HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

Nøkkelord:

Risiko, ulykker, AISyRisk

*Distribusjonsliste:

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
A	2023-02-03	Draft for kommentarer	MAGAND	HAJOH	KRUGER
B	2023-04-13	Draft for kommentarer	MAGAND	HAJOH	KRUGER
0	2023-10-18	Endelig versjon	MAGAND	HAJOH	GEOGIS

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG	4
2	INTRODUKSJON	6
2.1	Bakgrunn	6
2.2	Formål	6
2.3	Forkortelser	6
2.4	Definisjoner	7
2.5	Om AISyRisk	8
3	METODE	9
3.1	Metodikk	9
3.2	Områdeinndeling	10
3.3	Arbeidsprosess	12
4	RESULTATER	13
4.1	Utseilt distanse i norske farvann	13
4.2	Sannsynlighet for skipsulykker	16
4.3	Sannsynlighet for skipsulykke med akutt olje- eller kjemikalieutslipp	19
4.3.1	Sannsynlighet for utslipp av residual drivstoff	21
4.3.2	Sannsynlighet for utslipp av destillerte marine drivstoff	22
4.3.3	Sannsynlighet for utslipp av oljelast	23
4.4	Sannsynlighet for ulykker som involverer kjemikalietankere og gasstankere	23
4.5	Sannsynlighet for skipsulykker med tap av liv	24
4.6	Sannsynlighet for ulykker som involverer skip med alternative drivstoff	25
4.7	Endring i risikobildet siden 2014	27
5	REFERANSER	32

1 SAMMENDRAG

Formålet med denne studien har vært å analysere risikodata i AISyRisk hvor det kvantifiseres ulykkesfrekvenser og risiko for hendelser med tap av liv og akutt forurensning. Analysen har også pekt på endringer i beregnet risiko fra 2015 og til i dag.

Gjennom AISyRisk-prosjektet har Kystverket etablert et automatisert system for å beregne sannsynlighet for skipsulykker i norske farvann med påfølgende sannsynlighet og konsekvenser for utslipp. Resultatene av beregningene angis på tre nivåer basert på geografisk inndeling av området: segmenter, 10x10-kilometersruter og 1x1-kilometersruter. I tillegg har denne studien laget en fjerde inndeling med områder. I verktøyet er det tidsserier slik at trender og utviklingstrekk for skipsulykker med påfølgende utslippssannsynlighet skal kunne avdekkes. AISyRisk-prosjektet ble avsluttet i 2021 og systemet er nå i drift.

Kystverket også har laget en rapport¹ som beskriver AISyRisk-resultater som inngangsdata for miljørisikoanalysen. Denne ble ferdigstilt i 2022 («Miljørisiko forbundet med skipstrafikken i norske farvann») /3/. Eventuelle forskjeller i presentasjon og fremstilling av data sammenlignet med Kystverkets rapport er kommentert i denne rapporten.

Resultatene som er oppsummert under beskrivelser dagens risiko for skipsulykker, som er basert på AISyRisk-tall fra 2021². Hovedkategorier av ulykker som er inkludert her er grunnstøtinger, kollisjoner, brann/eksplosjon og forlis. Ulykkeshyppigheten drives hovedsakelig av antallet grunnstøtinger, som i AISyRisk utgjør 82 %.

Utseilt distanse

Målt i utseilt distanse har skipstrafikken holdt seg noenlunde konstant siden 2015. Det var en kortvarig nedgang på 6,8 % fra 2019 til 2020 grunnet pandemien og reduksjon i antall seilaser for passasjer- og cruisetrafikk. Året etter økte trafikken igjen med 5,7 %. Hovedvekten av trafikken i norsk farvann foregår langs vestlandskysten. Blant de øvrige områdene er Troms og Finnmark det mest trafikkerte, mens Svalbard, Bjørnøya og Jan Mayen til sammen er de minst trafikkerte områdene. Felles for alle områdene er at den totale utseilte distanse har holdt seg relativt stabil fra 2015 til i dag, med unntak av nevnte nedgang i 2020.

Vi ser at passasjerskip, stykkgodsskip og fiskefartøy er de skipstypene som står for den største andelen av utseilt distanse i norske farvann i dagens trafikkbilde. Disse skipstypene representerer majoriteten av skipstrafikken i Norge, som følge av fergetrafikk, eksportindustri og fiske som alle er sentrale aktiviteter i norske farvann.

Hele 74 % av utseilt distanse i norske farvann utføres av skip og fartøyer under 5 000 BT i 2021. Den dominerende størrelseskategorien på skip i norske farvann er i 2021 fortsatt skipene mellom 1 000 og 5 000 bruttotonn (BT). Denne størrelseskategorien står for nær halvparten av trafikkarbeidet, nærmere bestemt 49 %.

Beregnet antall årlige skipsulykker

Risikoberegningen i AISyRisk gir en årlig ulykkeshyppighet (også referert til som ulykkesfrekvens) på 77 ulykker. Det er passasjerskip, stykkgodsskip og fiskefartøy som er beregnet til å ha høyest ulykkeshyppighet. Størrelsesgruppen 1000-4999 BT har det høyeste antall forventede ulykker, etterfulgt av fartøy under 1000 BT. Oppsummert er det de mindre fartøyene som er mest ulykkesutsatte.

¹ Rapport: «Sannsynligheten for akutt forurensning fra skip i norske havområder og ny kunnskap om lavsvovel-drivstoffenes grunnleggende egenskaper»

² Siste tilgjengelige hele år med data på analysetidspunktet.

Beregnet antall årlige skipsulykker som medfører akutt oljeutslipp

Det er beregnet en årlig utslippsfrekvens av drivstoff (bunkers) på 2,2, dvs. 2.2 ulykker med utslipp av bunkers hvert år. Utslipp av destillerte marine drivstoff utgjør rundt 57 %. Resterende er «residual-drivstoff» som er en variert samlekategori drivstoff som også inkluderer HFO/tungolje..

For oljelast i tankskip er det utslipp av lettpetroleum-produkt, fulgt av oljeprodukt som utgjør størst utslippsrisiko. Det er beregnet en årlig utslippsfrekvens av oljelaster på 0,065, dvs. en ulykke hvert 15 år.

Beregnet antall årlige skipsulykker som medfører tap av liv

AISyRisk beregner en årlig frekvens for skipsulykker som medfører tap av liv på 0,06, dvs. at det er forventet ca. 17 år mellom hver ulykke. Fiskefartøy, stykkgodsskip og passasjerskip er de tre mest sannsynlige kandidatene for å havne i ulykker med én eller flere omkomne. Som tidligere vist, har disse tre skipstypene både mest utseilt distanse og det er de som er statistisk sett oftest utsatt for ulykker. I forhold til utseilt distanse er fiskefartøy mest utsatt for dødsulykker per utseilt nautiske mil.

Endring i risiko

For å undersøke endringen i risikobildet siden 2014, har man sammenlignet data i AISyRisk fra 2015 til og med 2021. I 2015 ble det registrert en total utseilt distanse i norske farvann på 42 749 587 nautiske mil. I 2021 var trafikken økt til 46 350 577, en økning på 8,6 prosent. En kunne se størst økning i område Vest.

Den største økningen i trafikk fra 2015 til 2021 observeres for fiskefartøy og «andre aktiviteter». Enkelte skipstyper viser også en negativ endring i trafikkmengde, som offshore supplyskip, bulkskip og kjøle-/fryseskip. Den største nedgangen kan observeres for cruiseskip. Denne nedgangen kan henge sammen med pandemien.

Det beregnede totale antall skipsulykker basert på denne trafikken økte fra 66,5 ulykker i 2015 til 76,8 ulykker i 2021. Dette tilsvarer en økning på 15,5%. Totalt sett forventes altså risikoen for ulykker per nautiske mil å ha økt. Den største forventede økningen i ulykkesfrekvens forventes i Vest, der økningen i utseilt distanse også er betydelig.

Den største økningen forventes for passasjerskip, fiskefartøy, andre aktiviteter og Ro-Ro lasteskip. Disse skipstypene har til felles at de var blant de med høyest beregnet ulykkesfrekvens i 2015. Unntaket er stykkgodsskip hvor en forventer en mer eller mindre lik ulykkesfrekvens med dagens trafikkmengde som i 2015, på tross av en liten økning i utseilt distanse.

Det observeres størst økning fra 2015 til 2021 i antall grunnstøtinger og kollisjoner, samt en moderat økning i antall brann/eksplosjonsulykker. Antall forlis forventes å holde seg på et stabilt, lavt nivå. Økningen i antall grunnstøtinger kan sees i sammenheng med den økte trafikkmengden i område Vest.

2 INTRODUKSJON

2.1 Bakgrunn

Denne rapporten er en del av «Sjøsikkerhetsanalysen 2022», utarbeidet for Kystverket. I 2014 utførte DNV Sjøsikkerhetsanalysen 2014 på oppdrag fra Kystverket. Sjøsikkerhetsanalysen 2014 utgjorde en viktig del av grunnlaget for Meld. St. 35 (2015–2016) og inngår i dag i Kystverkets kunnskapsgrunnlag for sjøsikkerheten i norske farvann.

På grunn av den lange tiden som er gått siden analysen ble ferdigstilt i 2015 og på grunn av behovet for gode forberedelser for arbeidet i Kystverket frem mot Nasjonal transportplan 2026-2037 er det behov for å revidere denne kunnskapen gjennom å revidere deler av Sjøsikkerhetsanalysen 2014.

2.2 Formål

Formålet med denne studien er å analysere risikodata i AISyRisk hvor det kvantifiseres ulykkesfrekvenser og risiko for hendelser med tap av liv og akutt forurensning. Analysen skal også svare på eventuelle endringer i risiko fra 2015 og til i dag.

Merk at en analyse av faktiske registrerte ulykker er presentert i DNV-rapport 2021-1262 «Statistikk over navigasjonsulykker med fartøy i norske farvann». Det vil alltid være en forskjell på faktisk registrerte ulykker og en risikomodell. En risikomodell vil aldri kunne ta inn alle tenkelige variabler og gjengi en nøyaktig virkelighet. Men en etterstreber alltid å gjøre modellen så virkelighetsnær som mulig, med de begrensninger og antagelser som må legges til grunn.

I AISyRisk-modellen brukes risikoindikatorer i form av beregnende ulykkeskandidater til å estimere en geografisk spredning i ulykkeshyppigheten for ulike skipstyper og størrelser. AISyRisk finner teoretiske kritiske situasjoner som dermed brukes til å angi lokasjoner med høy og lav ulykkeshyppighet. Kritiske situasjoner er fartøy som er tilstrekkelig nær hverandre i tid og rom (kollisjonskandidater), samt fartøy som seiler nært land/skjær (grunnstøtingskandidater). Ulykkesrisikoene drives dermed av mengden ulykkeskandidater, og nærhet til andre fartøy og land. Mengden skipstrafikk er derfor fortsatt en risikodriver i AISyRisk, men i mindre grad enn i tidligere modeller som kun så på mengden utseilt distanse.

En er kjent med at det er forbedringspotensial i AISyRisk. Arbeidet som er gjort i Sjøsikkerhetsanalysen, med å analysere faktiske registrerte ulykker i norske farvann, kan brukes til å optimalisere AISyRisk i fremtidige oppdateringer.

2.3 Forkortelser

AIS	Automatisk identifikasjonssystem
BT	Bruttotonn
HFO	Heavy Fuel Oil (tungolje)
IFO	Intermediate Fuel Oil (tungolje)
IMO	International Maritime Organisation
LNG	Liquefied Natural Gas (flytende naturgass)
LPG	Liquefied Petroleum Gas (våtgass)

MDO	Marin diesel olje (lett marin diesel)
MGO	Marin gassolje (lett marin diesel)
NØS	Norges økonomiske sone
SDU	Sjøfartsdirektoratets Ulykkesdatabase

2.4 Definisjoner

Begrep	Beskrivelse
Akutt forurensning	Forurensning av betydning som inntreffer plutselig og som ikke er tillatt i henhold til forurensningsloven.
Bruttotonn	Et kapasitetsmål for skipet som blir beregnet med utgangspunkt iblant annet volum av skipets lukkede rom
Bunkers	Skipets drivstoff. Påfylling av bunkersolje kalles bunkring
Fartøy	Med fartøy menes ethvert transportmiddel til vanns. Faste innretninger i petroleumsvirksomheten faller utenfor definisjonen, mens flyttbare omfattes.
Frekvens	Forventet hyppighet for en hendelse, også referert til som ulykkeshyppighet. Hendelsesfrekvensen angis ved en enkelt verdi i form av forventet antall tilfeller per nautiske mil eller per år.
Grunnlinje	Grunnlinjen består av linjestykker mellom de ytterste holmer og skjær langs kysten som stikker opp av havet ved lavvann. På grunn av alle fjordene og øyene langs kysten har Norge fått tillatelse til å bruke en slik grunnlinje som representant for kystlinja.
Kystlinje	Lengdemål på den kystsonen som vil kunne bli berørt av ulykker og utslipp, fra den skipstrafikken som er inkludert i analysen.
Nautisk mil	1852 meter.
Produkt (olje)	Ulike typer petroleumsprodukter fra raffinert råolje, som transporteres av produkttankskip. Både lettere destillater og tyngre restfraksjoner, slik som tungolje blir fraktet i produkttankskip. Væsker som befraktes i denne typen skip vil typisk inkludere ulike typer marint drivstoff/bunkers (destillater og «residual-drivstoff»), fyringsoljer til landbasert bruk, tjære, bitumen, parafin, nafta, bilbensin og – diesel, mv. Inkluderer ikke råolje. Råolje blir befraktet i råoljetankere /3/.
Residual-drivstoff	Drivstoff som har iblandet en andel «residual», eller på norsk «restolje», mer enn tillatt i diesel etter ISO-standarder er definert som «residual drivstoff». «Residual» er et avfallsprodukt etter raffinering som tilsettes i ulike mengder i skipsdrivstoff. «Residual-drivstoff» er ikke synonymt med tungolje. Hva som defineres som tungolje reguleres av MARPOL vedlegg 1 /3/.
Råolje	Naturlig forekommende, flytende blanding av hydrokarboner som finnes i reservoarer i berggrunnen og som utvinnes som råstoff i petroleumsindustrien.
Sannsynlighetsanalyse	Sannsynlighetsanalyse defineres som er en studie av sannsynlighet for ulykke eller sannsynligheten for utslipp (utslippssannsynlighet) for å få innsikt i hvilken type hendelser som har størst sannsynlighet for å materialisere seg /3/.
Skipsulykke	Ulykke som omfatter enten grunnstøting, kollisjon, brann/eksplosjon eller forlis.
Tungolje	Forkortelse for «Heavy Fuel Oil», dvs. tungolje. Definisjonen av tungolje reguleres av MARPOL vedlegg 1 med følgende definisjon: «Fuel oils having either a density at 15°C higher than 900 kg/ m3 or a kinematic viscosity at 50 °C higher than 180 mm2/s» (cSt)» /3/.
Utseilt distanse	Benyttes som mål for skipsaktiviteten i et område. Utseilt distanse beregnes for et skip basert på registrerte posisjoner i AIS systemet. Måles i antall nautiske mil.
Utslippsfrekvens	Forventet hyppighet for et ukontrollert utslipp. Utslippsfrekvens angis ved en enkelt verdi i form av forventet antall tilfeller per år.
Utslippsrisiko	Sannsynlighet for utslipp av en nærmere angitt mengde av et nærmere angitt forurensende stoff (i denne analysen: olje) /3/.
Utslippssannsynlighet	Sannsynlighet for utslipp av et nærmere angitt forurensende stoff (i denne analysen: olje) målt/angitt som antall ulykker med oljeutslipp per tidsenhet (hyppighet, frekvens), antall år mellom hver ulykke med oljeutslipp (returperioder) /3/.

2.5 Om AISyRisk

Gjennom AISyRisk-prosjektet har Kystverket etablert et automatisert system for å beregne sannsynlighet for skipsulykker i norske farvann med påfølgende sannsynlighet og konsekvenser for utslipp. Det er også et system for presentasjon av beregnet risiko. Resultatene av beregningene angis på tre nivåer basert på geografisk inndeling av området: segmenter, 10x10-kilometersruter og 1x1-kilometersruter. I verktøyet er det tidsserier slik at trender og utviklingstrekk for skipsulykker med påfølgende utslippssannsynlighet skal kunne avdekkes. Prosjektet ble avsluttet i 2021. Systemet er nå i drift, og det jobbes med utvikling av tilhørende verktøy EnviRisk (for miljørisiko) og RespRisk for modellering av responstider og kapasiteter for oljevernressurser.

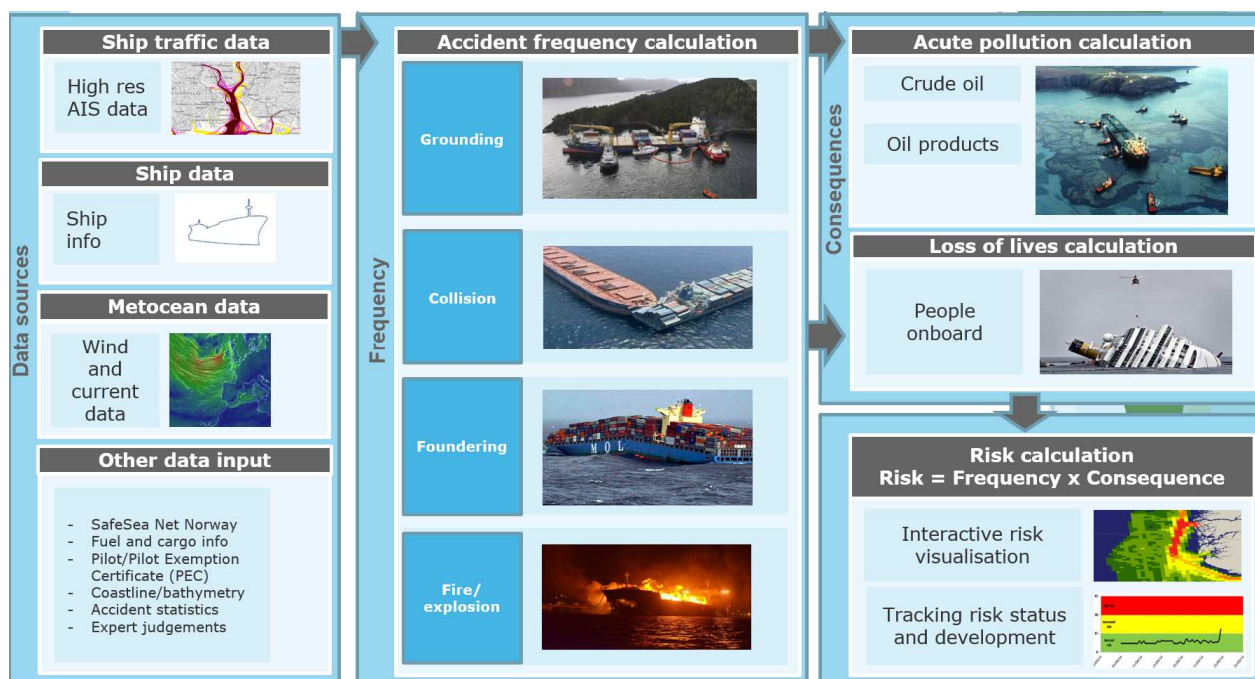
3 METODE

3.1 Metodikk

For full metodebeskrivelse av AISyRisk henviser vi til metoderapporten «Automated calculation of risk related to ship traffic - Risk calculation method and data sources», revisjon 12 [1]. De viktigste endringene i AISyRisk, sett i forhold til tidligere risikomodeller, er kort oppsummert:

- Bruk av høyoppløselige AIS-data, der man tidligere brukte data med lavere oppløsning, dvs. lengre tidsintervall mellom AIS-punktene. Dagens datakraft og beregningskapasitet i «skyen» muliggjør en slik tilnærming.
- Ny metodikk for beregning av skipskollisjoner. AISyRisk finner de hendelse hvor skip har vært nær hverandre i «tid og rom» under seilas. Dette identifiseres som mulige kollisjonskandidater og defineres som «kritiske situasjoner». For å komme frem til forventet antall kollisjonsulykker multipliseres antall mulige kritiske situasjoner med en ulykkessannsynlighet gitt en kritisk situasjon.
- Ny metodikk for beregning av grunnstøtinger. AISyRisk finner de hendelse hvor skip har vært eller seilt nærme land/skjær under navigasjon. Dette identifiseres som mulige grunnstøtingskandidater. Modellen finner også de lokasjoner hvor skip svinger/dreier, og det er en sannsynlighet for at skipet går rett mot land. Dette kan skje dersom navigatørene ikke foretar seg noe eller ved teknisk svikt, og land/skjær er innenfor en gitt avstand og seilingstid. For å komme frem til forventet antall grunnstøtingsulykker multipliseres antall mulige kritiske situasjoner med en ulykkessannsynlighet gitt en kritisk situasjon.
- Beregninger gjøres på enkeltskip på hvert eneste AIS-punkt for norske farvann. Tidligere modeller baserte risikoberegningen på aggregerte AIS-data.
- En finere inndeling i antall personer ombord i ulike kombinasjoner av skipstyper og skipstørrelser.

En illustrasjon av rammeverket for beregningene som gjøres i AISyRisk er vist i Figur 3-1.



Figur 3-1 Illustrasjon av rammeverket for beregningene som gjøres i AISyRisk.

Merk at ulykkesstatistikken som er benyttet inn til AISyRisk kun betrakter ulykker med fartøy over 100 BT. Dette gjør at en ikke direkte kan sammenligning data i AISyRisk med faktisk registrerte skipsulykker.

Ulykkeskategoriene som er brukt i analysen er hentet fra AISyRisk:

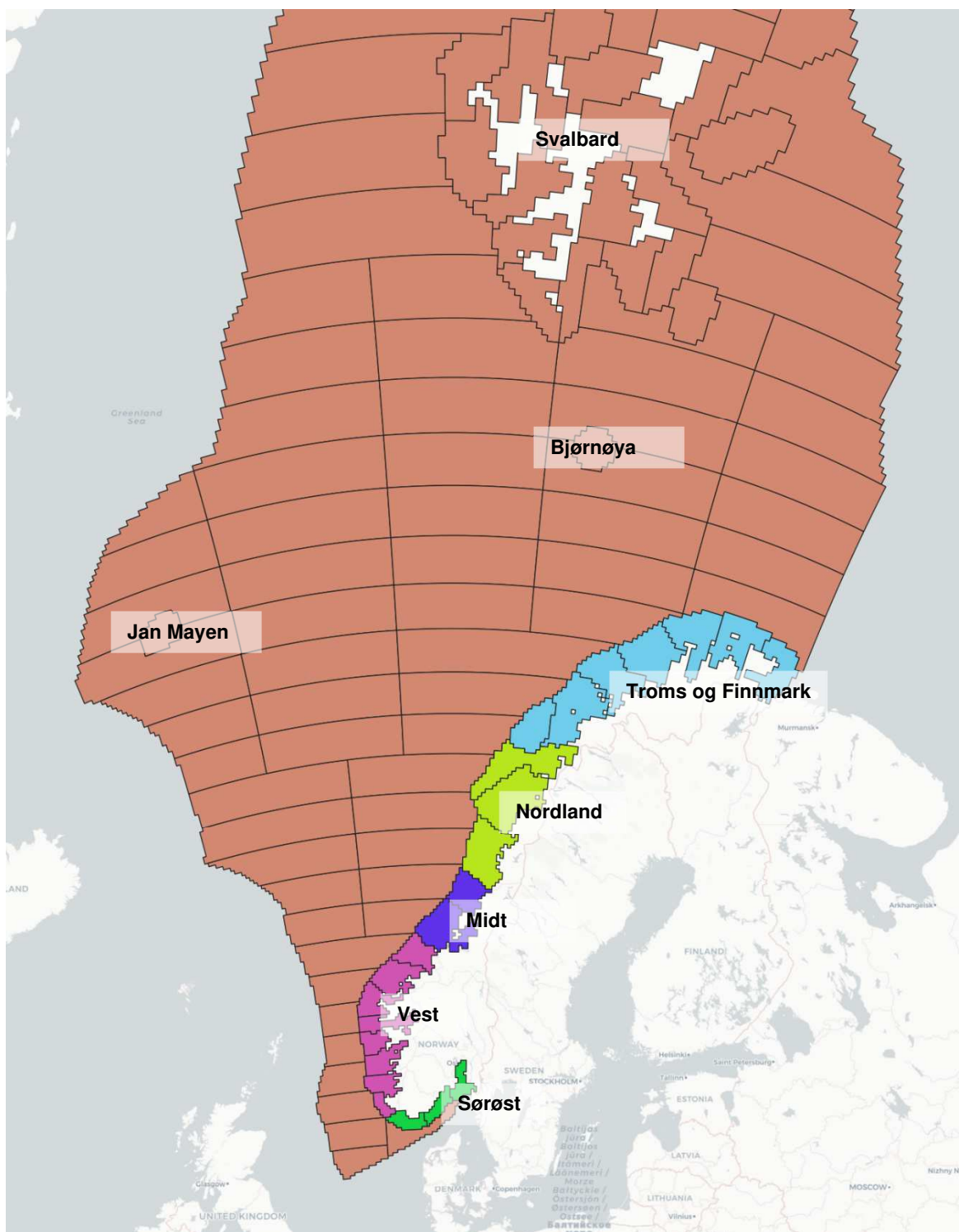
- Grunnstøting: Grunnstøting inkluderer to typer; grunnstøting med maskinkraft og drivende grunnstøting. Fartøyet kan gå på grunn med maskinkraft, og grunnstøtingen skyldes da ofte en menneskelig eller teknisk feil. Alternativt kan fartøyet drive på land etter å ha mistet maskinkraft eller manøvreringsevne av tekniske årsaker.
- Kollisjon: Kollisjon mellom to fartøy skyldes ofte at kurskontroll i ett (eller begge) av fartøyene opphører i en periode, ulike oppfatninger av situasjonen, feilvurderinger eller lignende. Kontaktulykker (kollisjon med kai, bro etc.) er ikke inkludert.
- Forlis/strukturfeil: Forlis/strukturfeil inkluderer påkjenninger fra grov sjø (f.eks. stabilitetssvikt) og skader på skrog som medfører at fartøyet tar inn vann og synker (engelsk; foundering).
- Brann/eksplosjon: Brann/eksplosjon er uhellshendelser som kan føre til totalhavari. Brann ombord kan skade skroget slik at sjø kommer inn og fartøyet synker helt eller delvis.

3.2 Områdeinndeling

Denne analysen dekker skipsulykker i norske farvann. Analysen er fokusert på de kystnære farvannene og analyseområdet er vist i Figur 3-2. I figuren er kystsegmentene vist, og hvordan hvert segment er koblet til et større område. Områdene er:

- Svalbard, Jan Mayen og Bjørnøya
- Troms og Finnmark
- Nordland
- Midt
- Vest
- Sørøst

Alle andre områder som ikke faller inn under områdene listet ovenfor er havområder, her definert som åpent hav.



Figur 3-2 Områdeinndeling som er brukt i AISyRisk.

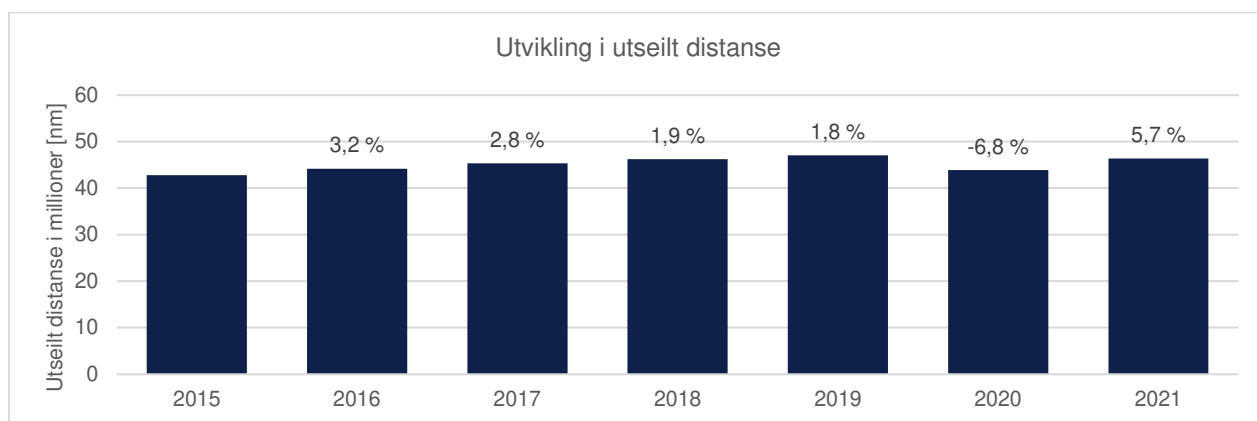
3.3 Arbeidsprosess

Resultater fra beregninger i AISyRisk er åpent tilgjengelig på <https://aisyrisk.no/>. For å muliggjøre mer detaljerte analyser og fremstilling av egne figurer, er det for denne studien brukt rådata (detaljerte resultatfiler) fra AISyRisk. Datasettet inkluderer AIS-data tilbake til 2015. 2022 desember-data var imidlertid ikke tilgjengeliggjort på analysetidspunktet, og dermed går analysen opp til 2021 siden dette var siste hele året med fullstendig data. Med unntak av fremstillingen av trafikktviklingen (Figur 4-1), der 2022 er tatt med, er 2021-data brukt som utgangspunkt for å beskrive dagens trafikksituasjon og risiko. Aktivitetsnivået for 2021 (46,3 mill nm) og 2022 (45,7 mill nm) er uansett tilnærmet likt, så denne forenklingen har liten betydning for analysen.

4 RESULTATER

4.1 Utseilt distanse i norske farvann

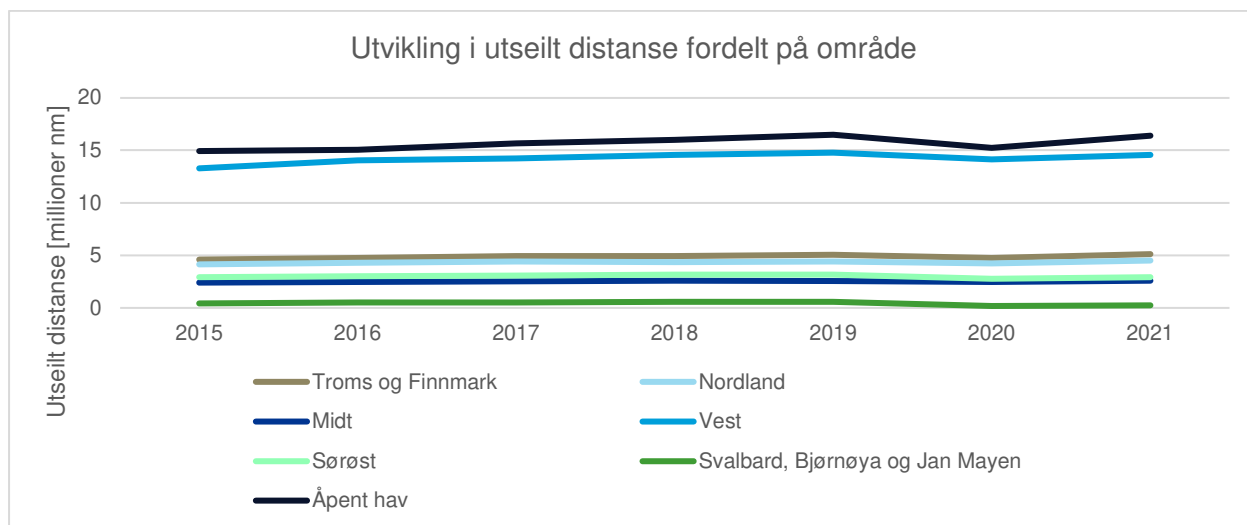
Figur 4-1 viser utseilt distanse i norske farvann oppgitt i millioner nautiske mil for 2015 til 2021. En kan se at trafikken har holdt seg noenlunde konstant siden 2015, med en liten nedgang i 2020. Nedgangen i utseilt distanse kan til dels tilskrives Covid-19 pandemien, som gjorde at en del passasjertrafikk ikke seilte i denne perioden. Det gjaldt spesielt cruisetrafikken, men også større passasjerskip i utenriksfart. Trafikkmengden nærmet seg imidlertid 2019-nivå i 2021.



Figur 4-1 Utvikling i utseilt distanse for norske farvann 2015-2021. Prosentvis årlig endring angitt uten fortegn ved økning.

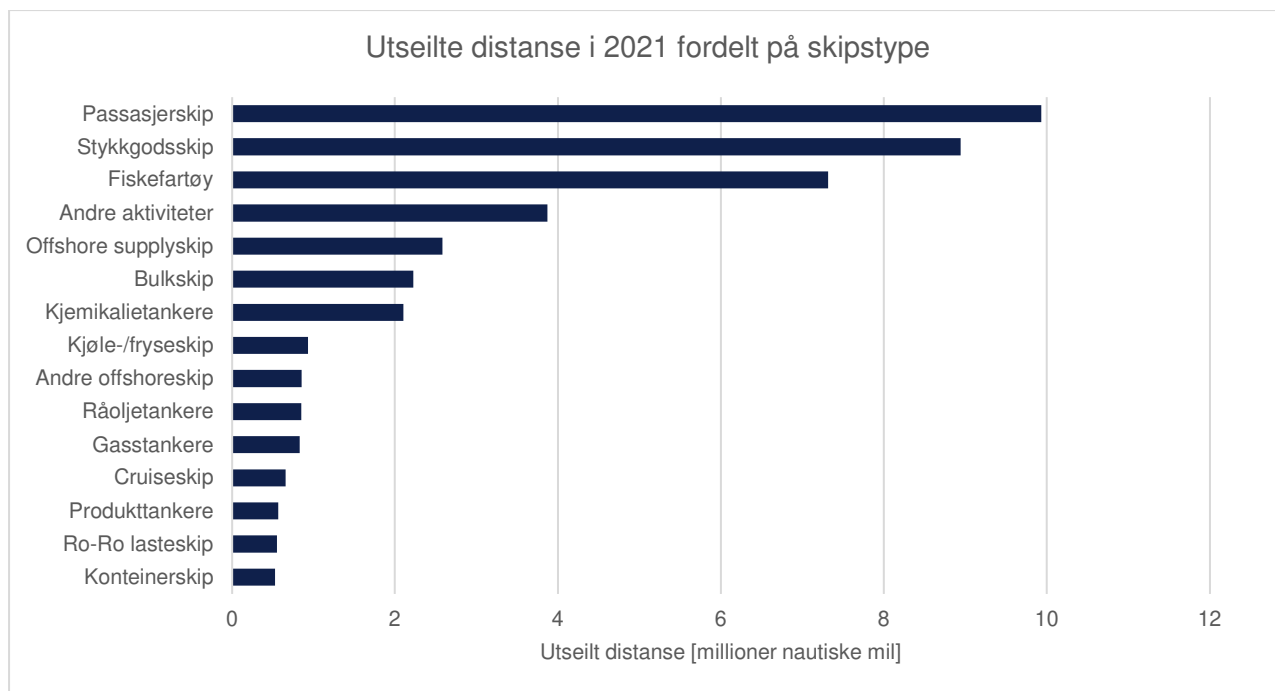
I fortsettelsen brukes 2021-data som utgangspunkt for å beskrive dagens trafikksituasjon og risiko. Som vist i Figur 4-1, utvikler trafikken seg lite fra år til år. Det ble derfor ansett som hensiktsmessig å bruke et år med fullstendig data, heller enn å ekstrapolere data for 2022 (som ikke var tilgjengelig på analysetidspunktet).

Figur 4-2 viser hvordan trafikken fordeler seg over ulike områder. For definisjon av områdeinndeling se Vedlegg A. Hovedvekten av trafikken i norsk farvann foregår langs vestlandskysten og i åpent hav. Blant de øvrige områdene er Troms og Finnmark det mest trafikkerte, mens Svalbard, Bjørnøya og Jan Mayen til sammen er de minst trafikkerte områdene. Felles for alle områdene er at den totale utseilte distanse har holdt seg relativt stabil fra 2015 til i dag, med unntak av nevnte nedgang i 2020.



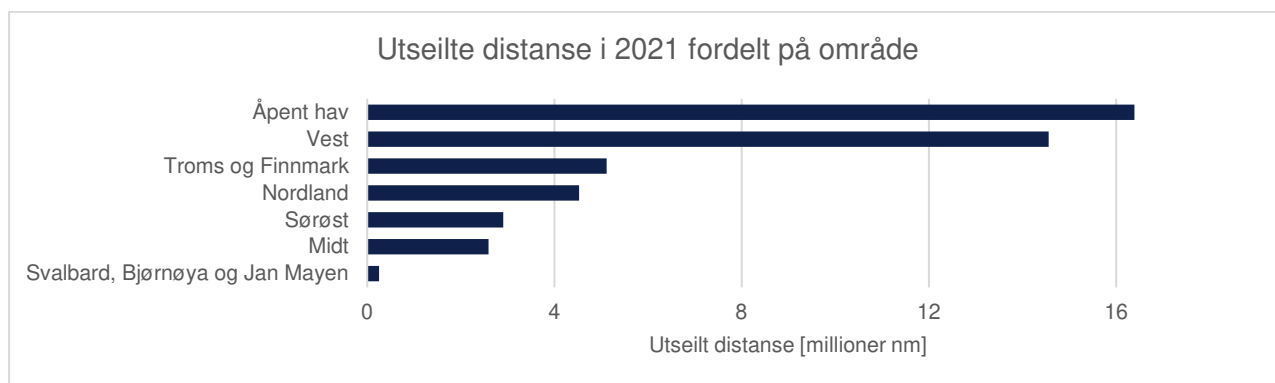
Figur 4-2 Fordeling av skipstrafikk over områder og utvikling i trafikken.

Figur 4-3 viser utseilt distanse i 2021 per skipstype. Vi ser at passasjerskip, stykkgodsskip og fiskefartøy er de skipstypene som står for den største andelen av utseilt distanse i norske farvann i dagens trafikkbilde. Disse skipstypene representerer majoriteten av skipstrafikken i Norge, som følge av fergetrafikk, eksportindustri og fiske som alle er sentrale aktiviteter i norske farvann. Til tross for nedgangen i utseilt distanse i 2020, grunnet korona, er passasjerskip fortsatt den største skips kategorien målt i utseilt distanse.



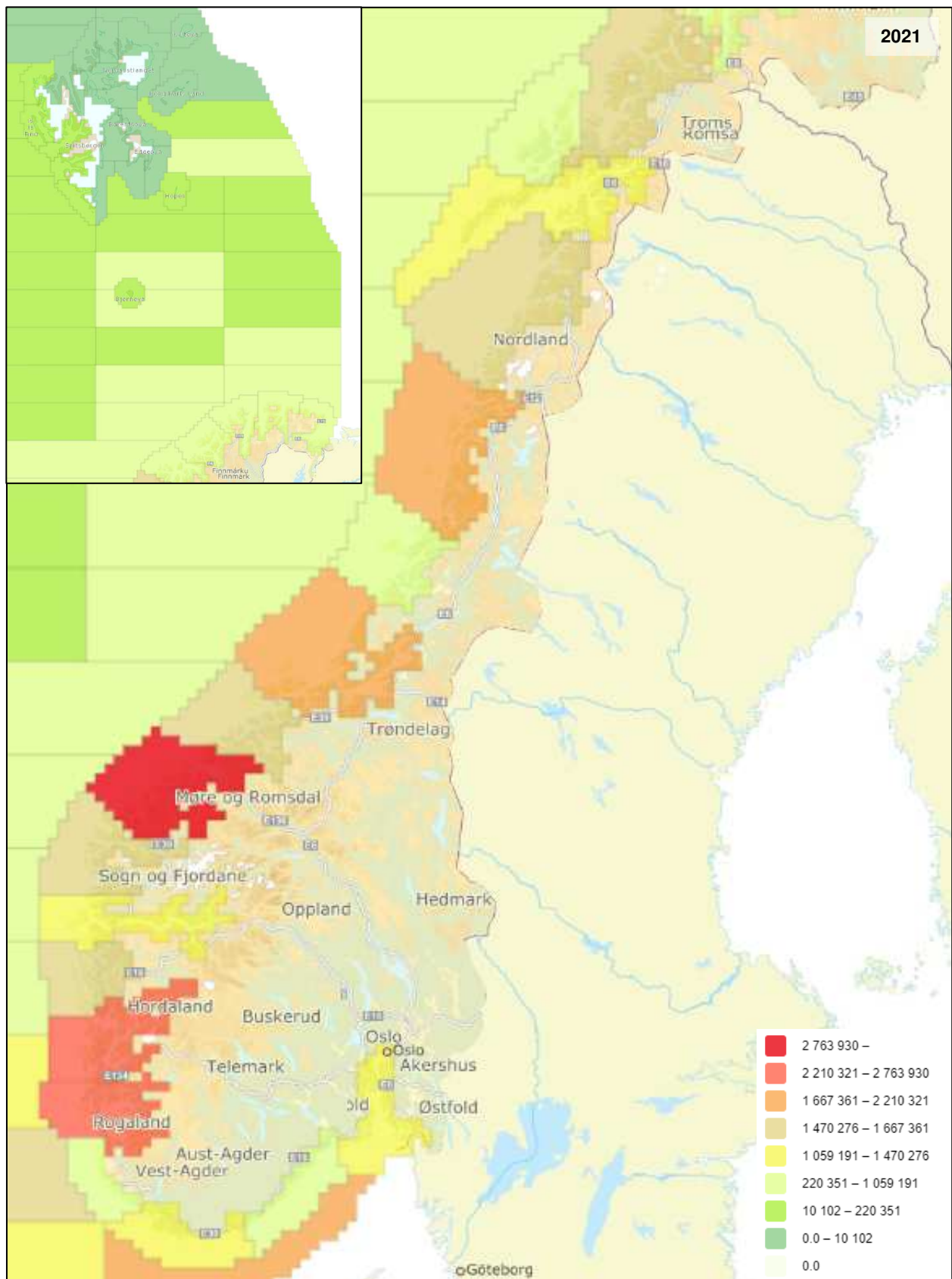
Figur 4-3 Beregnet utseilte nautisk mil i 2021 fordelt på skipstype.

Figur 4-4 viser hvordan skipstrafikken fordelte seg geografisk i 2021. Sett bort fra åpent hav, er Vestkysten det mest trafikkerte området i norske farvann. Ellers er det registrert mer trafikk i både Nordland og Troms og Finnmark sammenlignet med Sørøst og Midt. Svalbard, Bjørnøya og Jan Mayen er områdene med minst skipstrafikk.



Figur 4-4 Antall utseilte nautisk mil i 2021 fordelt på område.

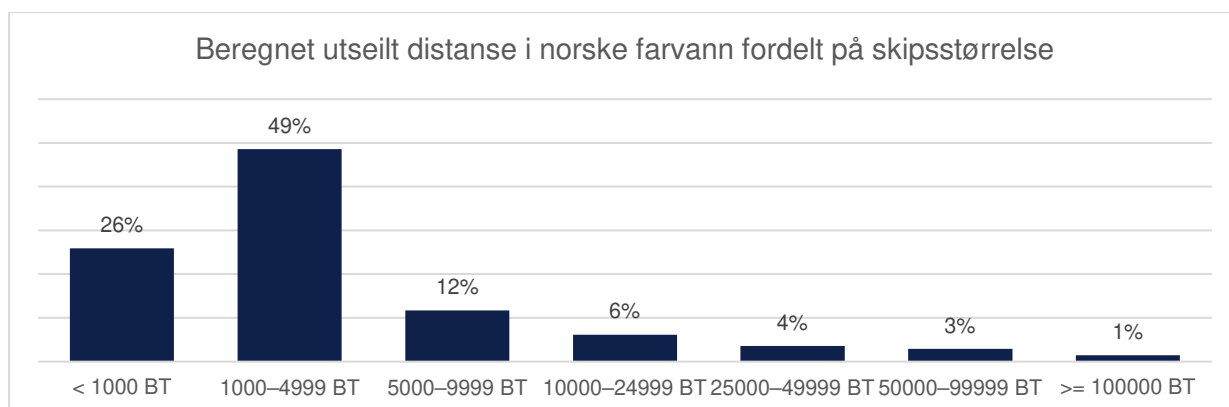
Figur 4-5 er en skjermdump fra nettbaserte AISyRisk som viser hvordan intensiteten av trafikken fordeler seg rundt kysten. Her er den kategorisert på segment, som er en litt mer detaljert inndeling enn den overordnede områdeinndelingen. Dette for å se enda mer detaljer og nyanser i spredning av skipstrafikken.



Figur 4-5 Beregnet mengde utseilt distanse (nautiske mil) i 2021, presentert per «segmentnivå». Det er her valgt en dynamisk visualisering på plottet for å bedre fremheve geografiske forskjeller.

Hele 75 % av utseilt distanse i norske farvann utføres av skip og fartøyer under 5 000 BT i 2021. Figur 4-6 viser at den dominerende størrelseskategorien på skip i norske farvann i 2021 fortsatt er skipene mellom 1 000 og 5 000 bruttotonn (BT). Denne størrelseskategorien står for nær halvparten av trafikkarbeidet, nærmere bestemt 49 %. Den nest største størrelseskategorien er skipene under 1 000 BT. Disse stod for 26 % av samlet utseilt distanse i norske havområder. Den tredje største størrelseskategorien av utseilt distanse er skip mellom 5 000 og 9 999 BT med 12 %.

Det er ikke mulig å skille på fartøyslengder i AISyRisk.

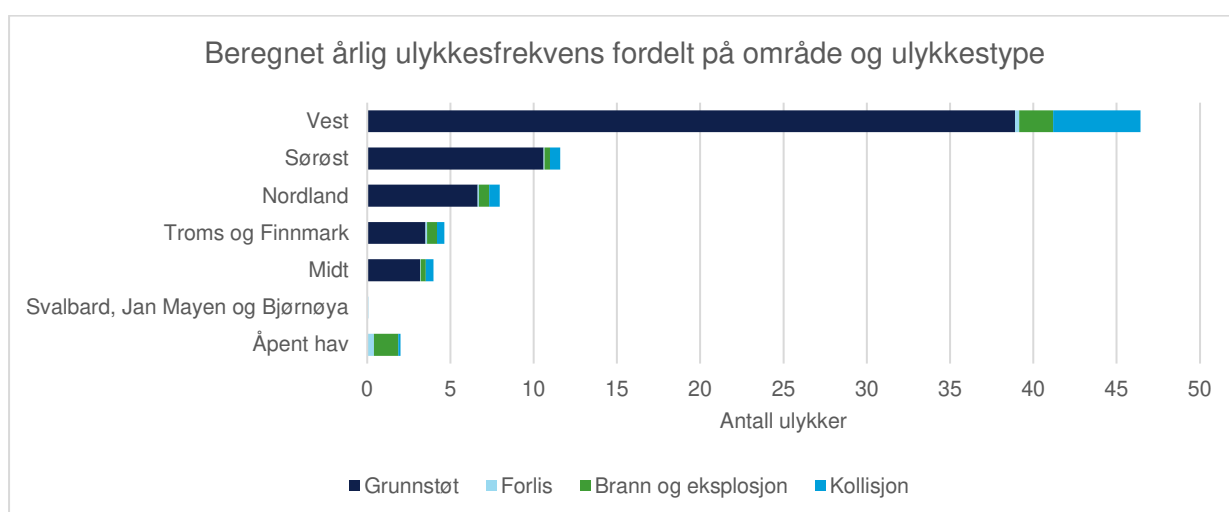


Figur 4-6 Beregnet utseilt distanse i norske farvann i 2021 fordelt på skipsstørrelse.

4.2 Sannsynlighet for skipsulykker

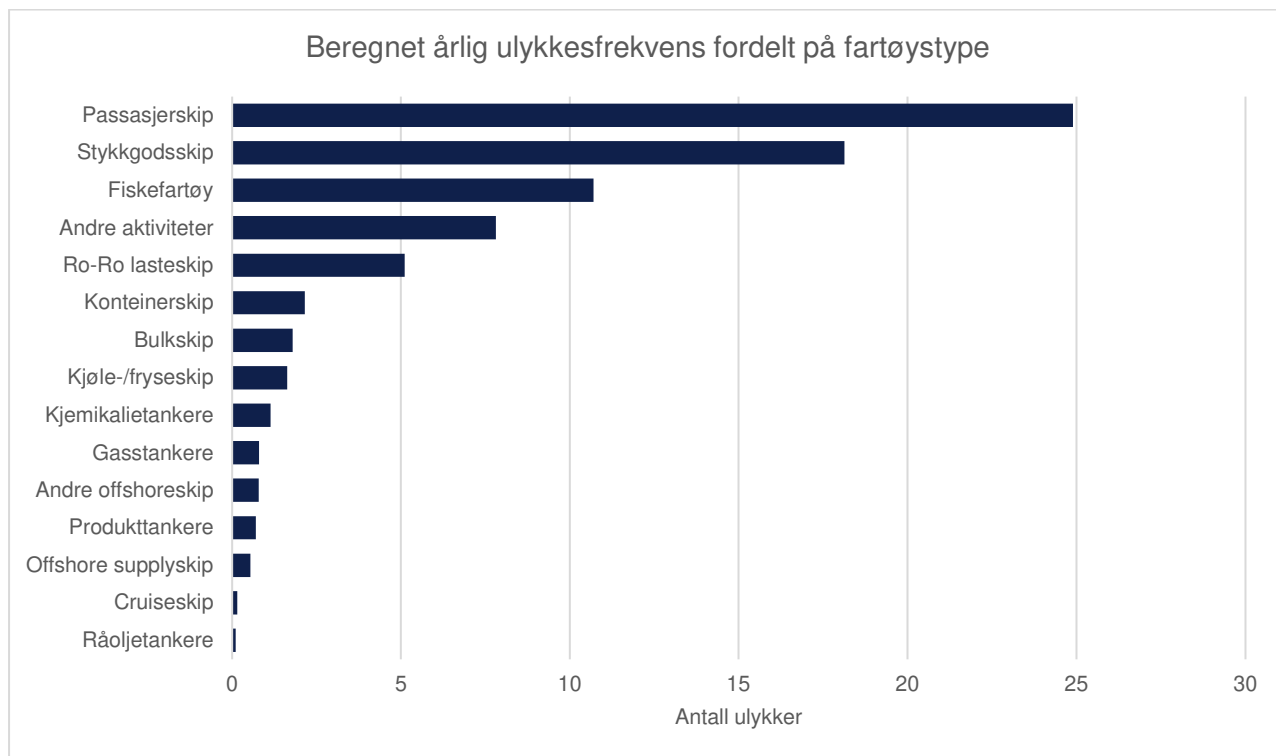
Figur 4-7 viser risikoberegningen i AISyRisk for årlig ulykkesfrekvens (også referert til som ulykkeshyppighet) for nåsituasjonen. Dette er igjen basert på 2021-data, som nevnt tidligere. Foruten at det beregnes å inntreffe flere ulykker i Sørøst enn i Nordland er det hovedsakelig utseilt distanse som driver forventet antall ulykker. Det lave ulykkestallet i åpent hav viser at kystfarvann er mer ulykkesutsatt, hovedsakelig drevet av grunnstøtingsulykker.

Som forventet er det brann- og eksplosjonshendelser, samt forlis, som dominerer ulykkesfrekvensen i åpent farvann, mens den totale ulykkesfrekvensen i disse farvannene er vesentlig lavere sammenlignet med andre områder, med unntak av Svalbard.



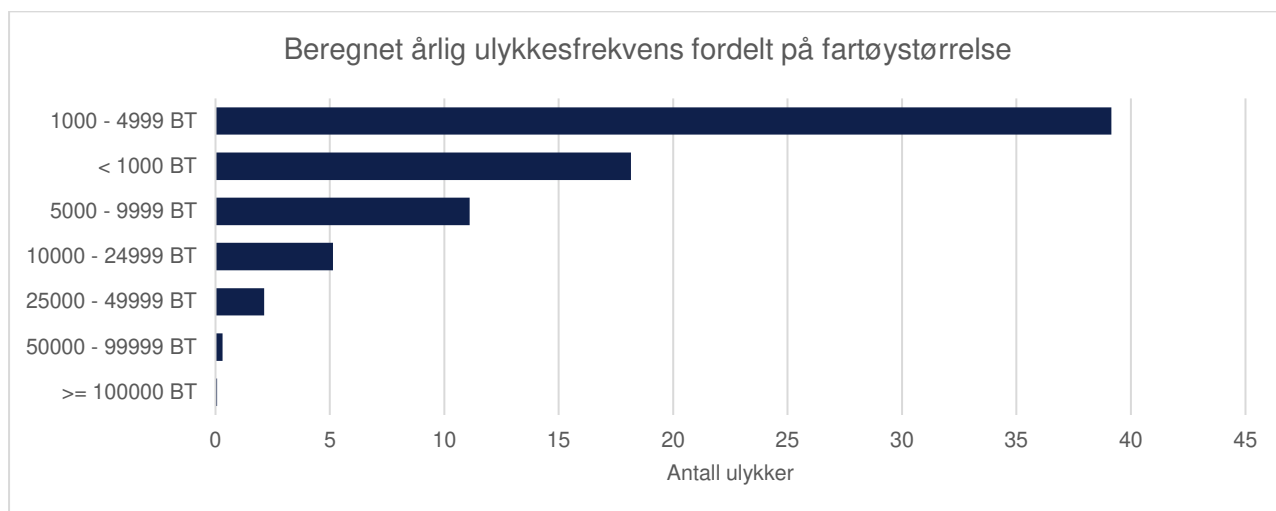
Figur 4-7 Beregnet årlig ulykkesfrekvens fordelt på område og ulykkestype.

Figur 4-8 viser hvordan ulykkene er beregnet til å fordele seg over de ulike fartøystypene. En kan se at det er fartøy som opererer nært de grunnere og tettere trafikkerte kystfarvannene som er mest ulykkesutsatt. Et langt lavere ulykkestall forventes blant fartøy som i hovedsak seiler i åpent farvann.

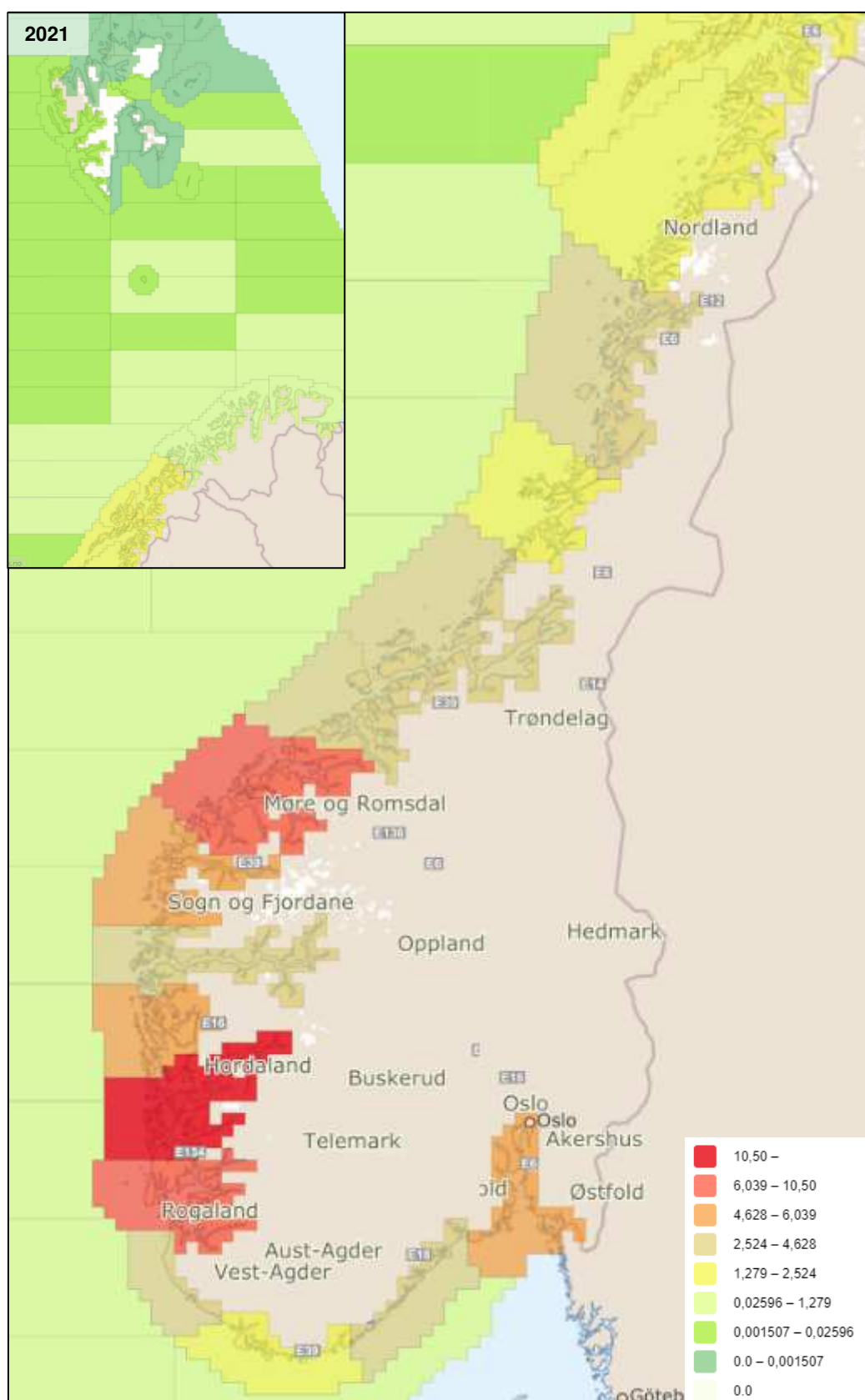


Figur 4-8 Beregnet årlig ulykkesfrekvens fordelt på fartøystype.

Figur 4-9 viser hvilke størrelsesgrupper som forventes å være mest ulykkesutsatte. Størrelsesgruppen 1000-4999 BT har det desidert høyeste antall forventede ulykker, fulgt av fartøy under 1000 BT. Oppsummert er det de mindre fartøyene som er mest ulykkesutsatte. Det er flere mulige årsaker til dette. Det seiler et stort antall av disse fartøyene i norske farvann, spesielt fiskefartøy.



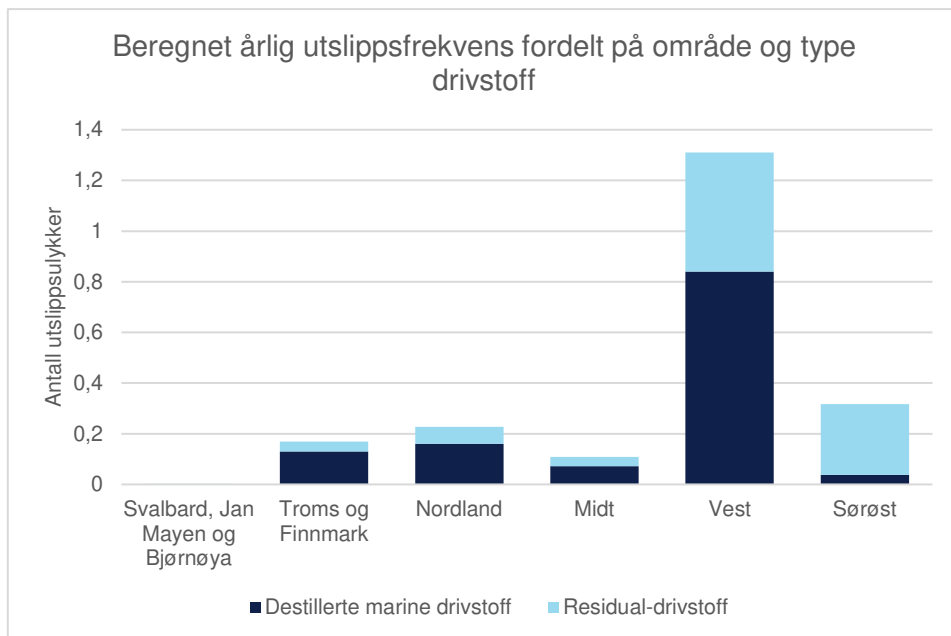
Figur 4-9 Beregnet årlig ulykkesfrekvens fordelt på fartøystørrelse.



Figur 4-10 Risikoberegning i AISyRisk av årlig frekvens for skipsulykker fordelt geografisk på segmenter. Det er her valgt en dynamisk visualisering på plottet for å bedre fremheve geografiske forskjeller.

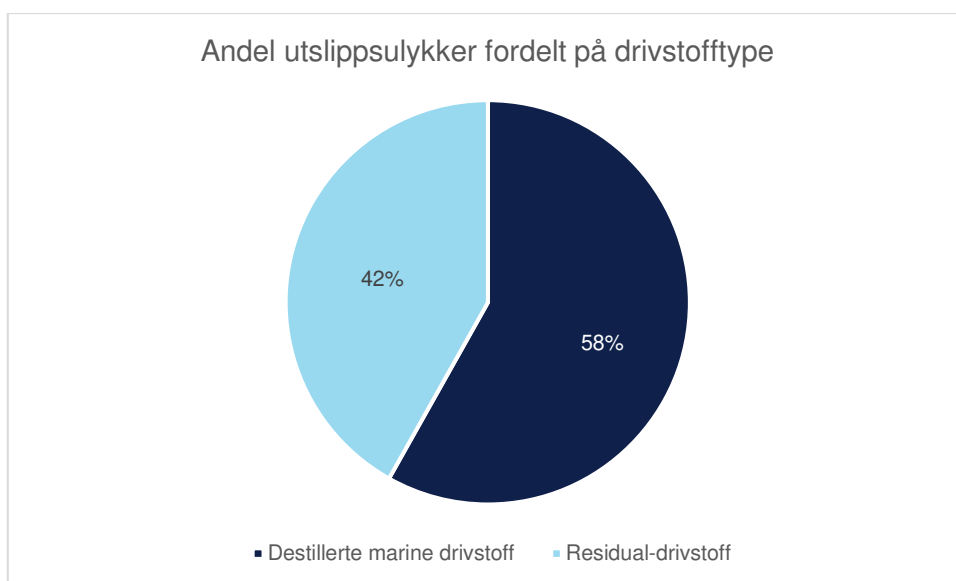
4.3 Sannsynlighet for skipsulykke med akutt olje- eller kjemikalieutslipp

Figur 4-11 viser risikoberegningen i AISyRisk for ulykkeshyppigheten av skipsulykker som medfører utslipp av drivstoff (også kalt bunkersolje). Av figuren kan en se at sannsynligheten for utslipp er størst i område Vest. Det er totalt beregnet en årlig utslippsfrekvens av drivstoff (bunkers) på 2,2, dvs. 2.2 ulykker med utslipp av bunkers hvert år. Merk at det her ikke er skilt på mengde utslipp.



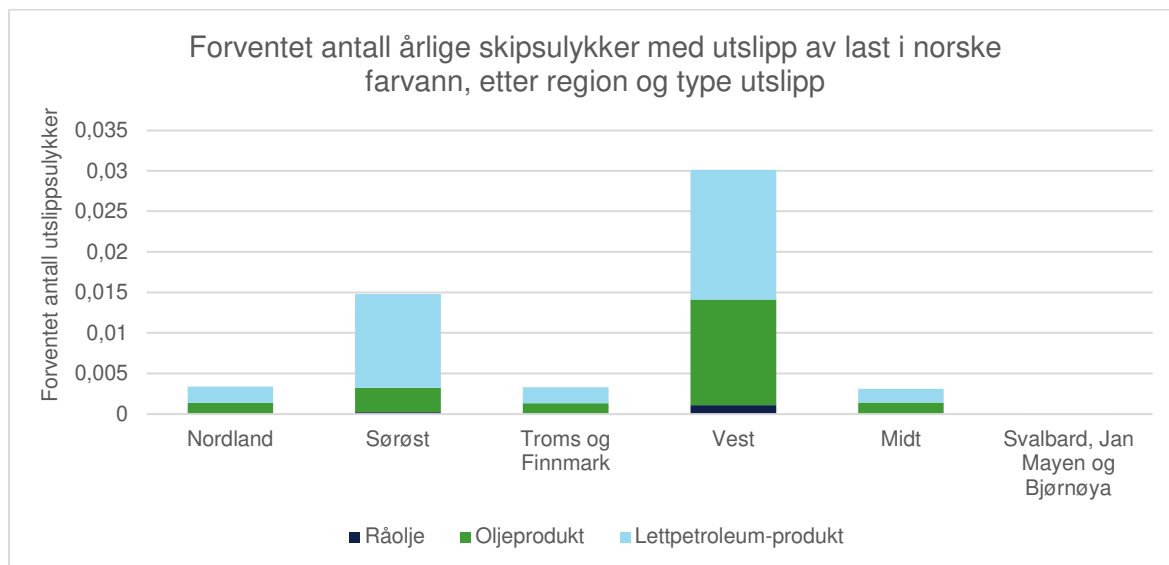
Figur 4-11 Beregnet årlig utslippsfrekvens fordelt på område og type drivstoff. Utslipp i andre områder enn de som er presentert i figuren (åpent hav) er ikke tatt med i denne fremstillingen.

Figur 4-12 viser hvordan risikoen for utslipp av drivstoff fordeler seg over de ulike oljetypene. Utgjør utslipp av destillerte marine drivstoff utgjør 58 % av de estimerte antall utslippsulykkene, mens residual-drivstoff utgjør resterende 42 %.



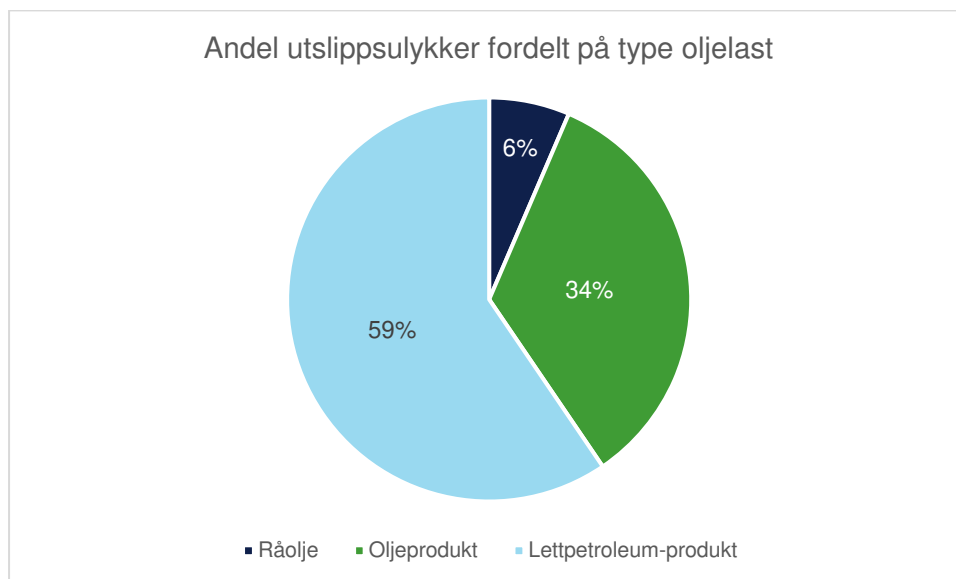
Figur 4-12 Andel utslippsulykker fordelt på drivstofftype.

Figur 4-13 viser i hvilke områder det forventes flest forekomster av ulykker som medfører utslipp av oljelast. Her utmerker områdene Vest og Sørøst seg. Vest er det området det fraktes mest oljelast, hovedsakelig drevet av virksomhet med olje og gass i Nordsjøen og oljeterminaler på Vestlandet.



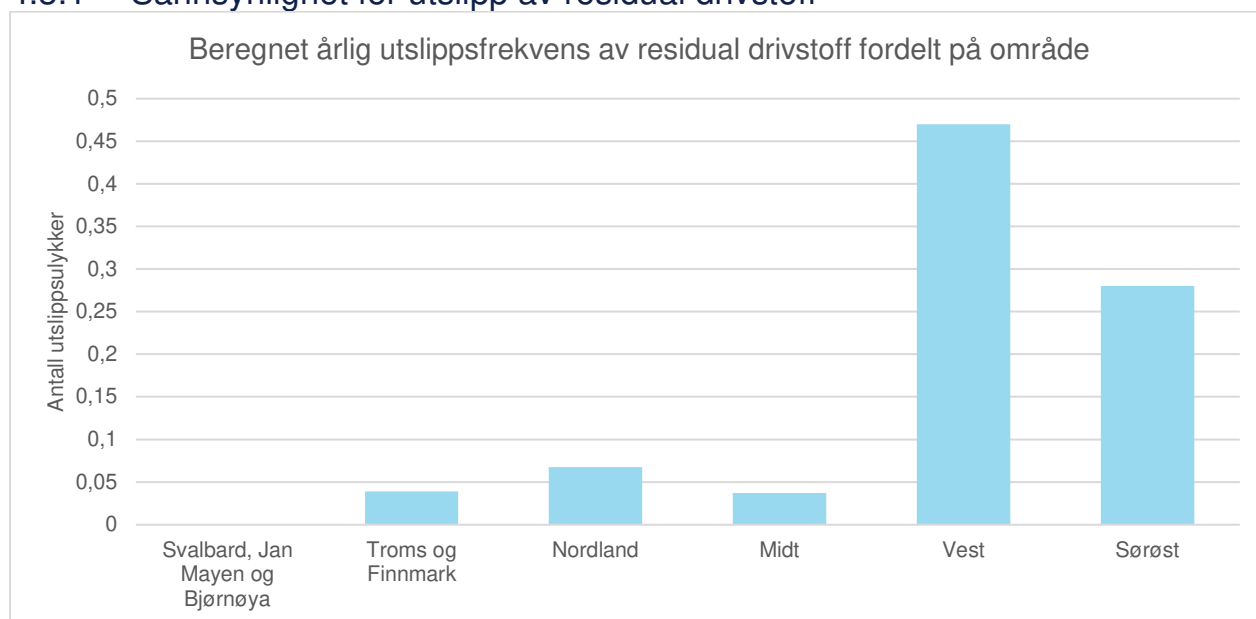
Figur 4-13 Forventet utslippsfrekvens for ulike typer oljelast 2021.

For last er det utslipp av lettpetroleum-produkt, fulgt av oljeprodukt som utgjør størst utslippsrisiko.

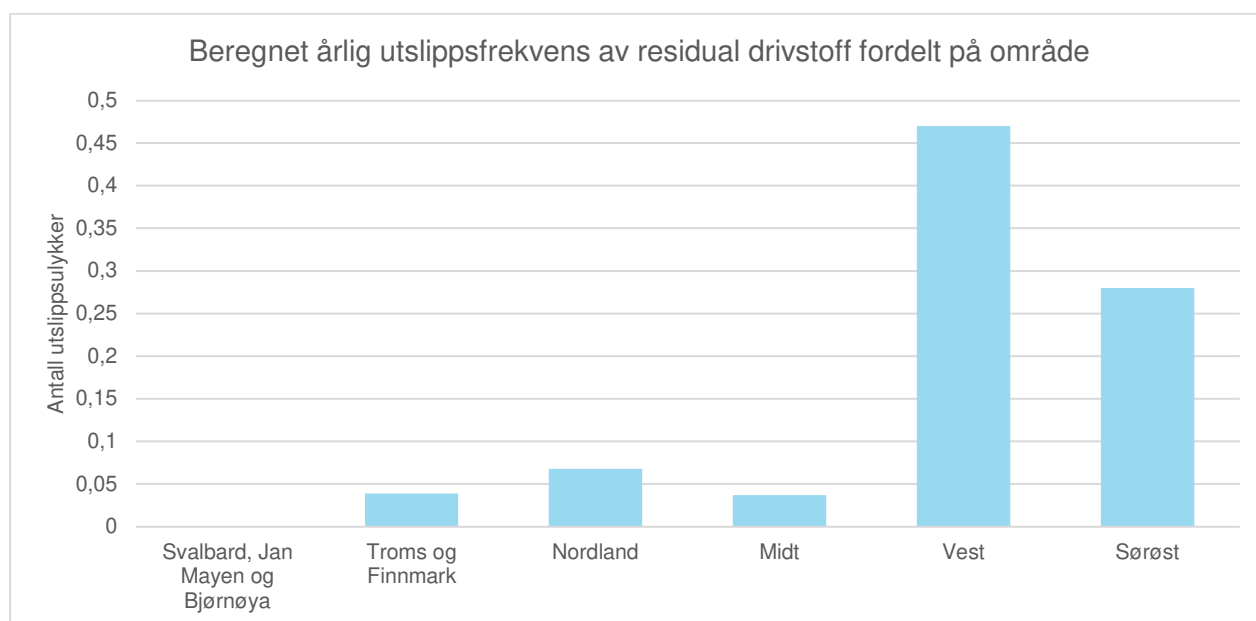


Figur 4-14 Hovedvekten av oljelast som slippes ut ved ulykker forventes å være lettpetroleum-produkt.

4.3.1 Sannsynlighet for utslipp av residual drivstoff

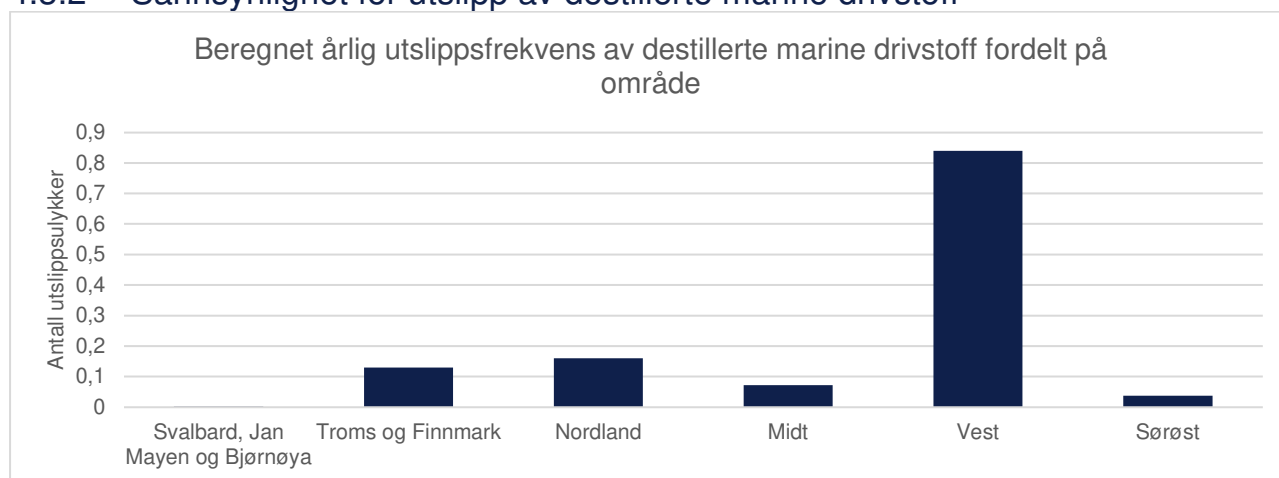


Figur 4-15 viser risikoen for utslipp av residual drivstoff fordele seg over områdene som utgjør norsk farvann. Den største risikoen er beregnet til å være i Vest, fulgt av Midt og Sørøst.

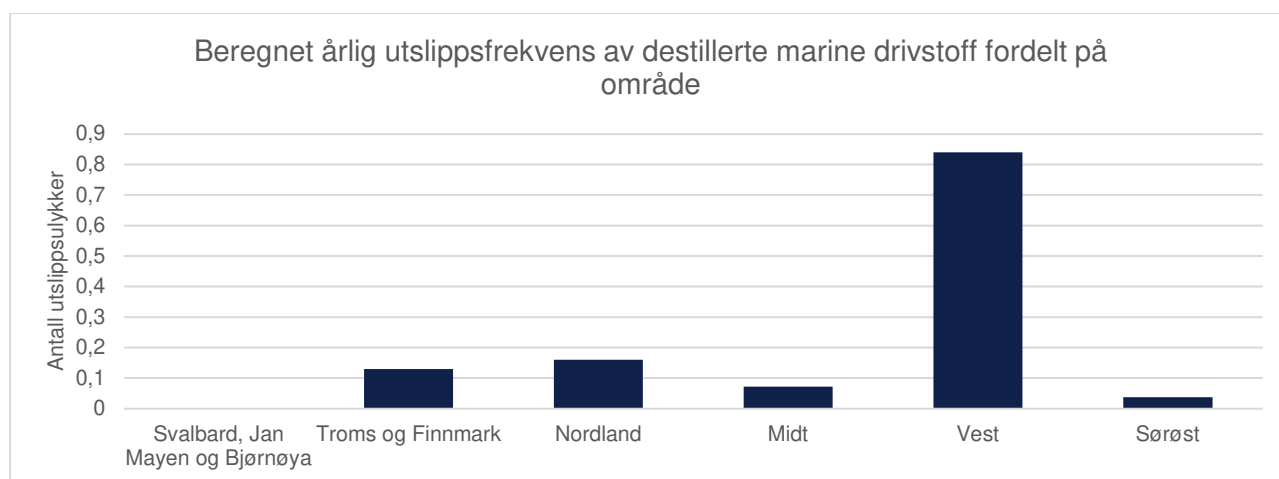


Figur 4-15 Forventet geografisk fordeling av ulykker som fører til utslipp av residual drivstoff

4.3.2 Sannsynlighet for utslipp av destillerte marine drivstoff



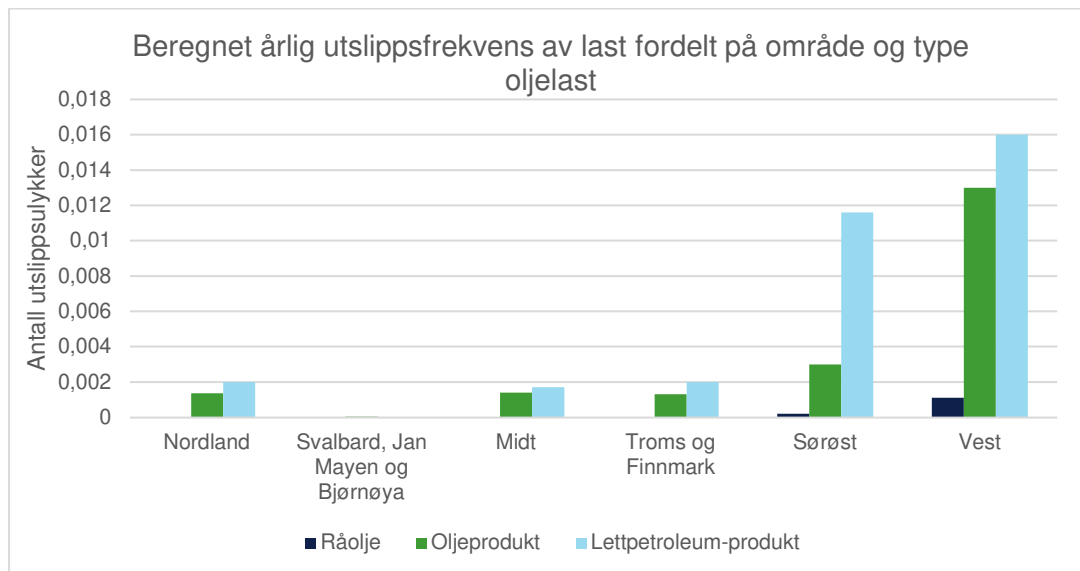
Figur 4-16 viser hvordan risikoen for utslipp av destillerte marine drivstoff er beregnet, og her fordelt på område. Risikoen er nest størst i Vest, ellers er den til sammenlikning svært lav. Disse beregningene indikerer at utslipp av destillerte marine drivstoffer er tettere knyttet til utseilt distanse og mindre knyttet til fare for grunnstøting og andre ulykker enn risikoen for utslipp av residual drivstoff.



Figur 4-16 Forventet geografisk fordeling av ulykker som fører til utslipp av destillerte marine drivstoff.

4.3.3 Sannsynlighet for utslipp av oljelast

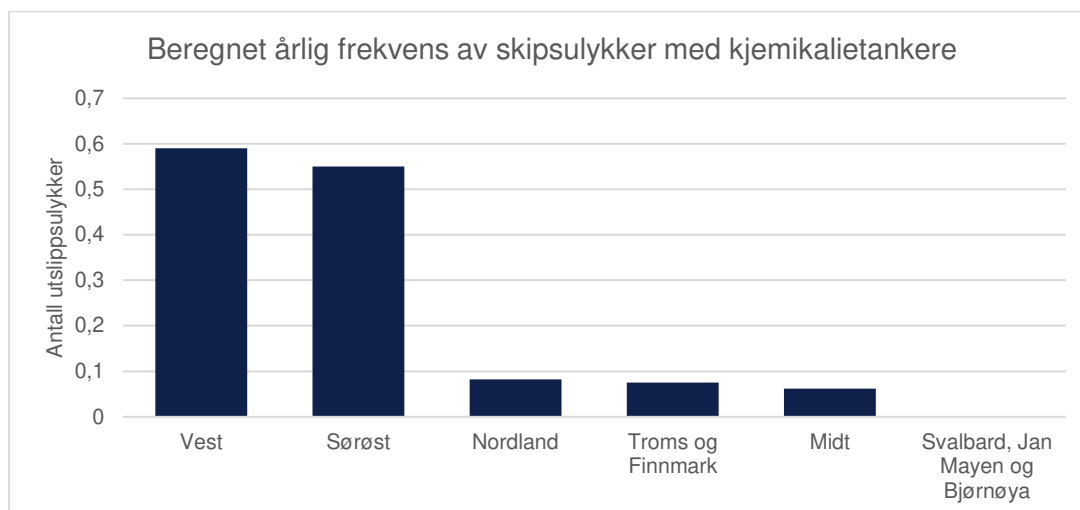
Figur 4-17 viser hvordan risikoen for utslipp av oljelast fordeler seg geografisk. Frekvensen for utslipp er størst i område Vest og Sørøst.



Figur 4-17 Beregnet årlig utslippsfrekvens av last fordelt på område og type produkt

4.4 Sannsynlighet for ulykker som involverer kjemikalietankere og gasstankere

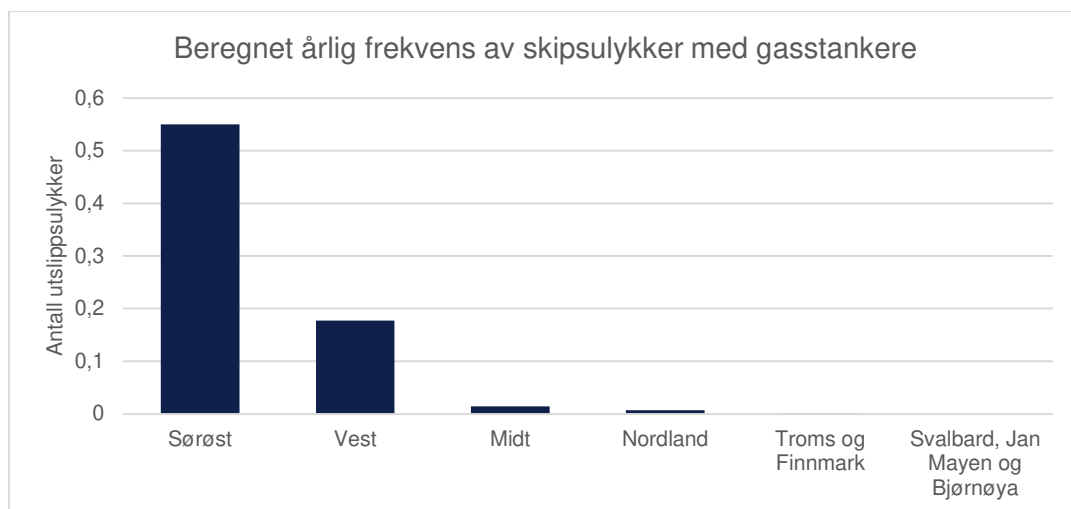
Figur 4-18 viser hvordan den estimerte risikoen for ulykker som involverer kjemikalietankere fordeler seg over de ulike områdene. Områdene Vest og Sørøst utmerker seg som spesielt utsatte sammenliknet med alle de øvrige regionene.



Figur 4-18 Beregnet årlig frekvens med skipsulykker som involverer kjemikalietankere.

Figur 4-19 viser hvordan den beregnede ulykkesrisikoen for gasstankere fordeler seg over områdene. Sørøst og Vest er, i likhet med for kjemikalietankere, mest ulykkesutsatt ifølge data fra AISyRisk. Sammenliknet med ulykkesrisikoen

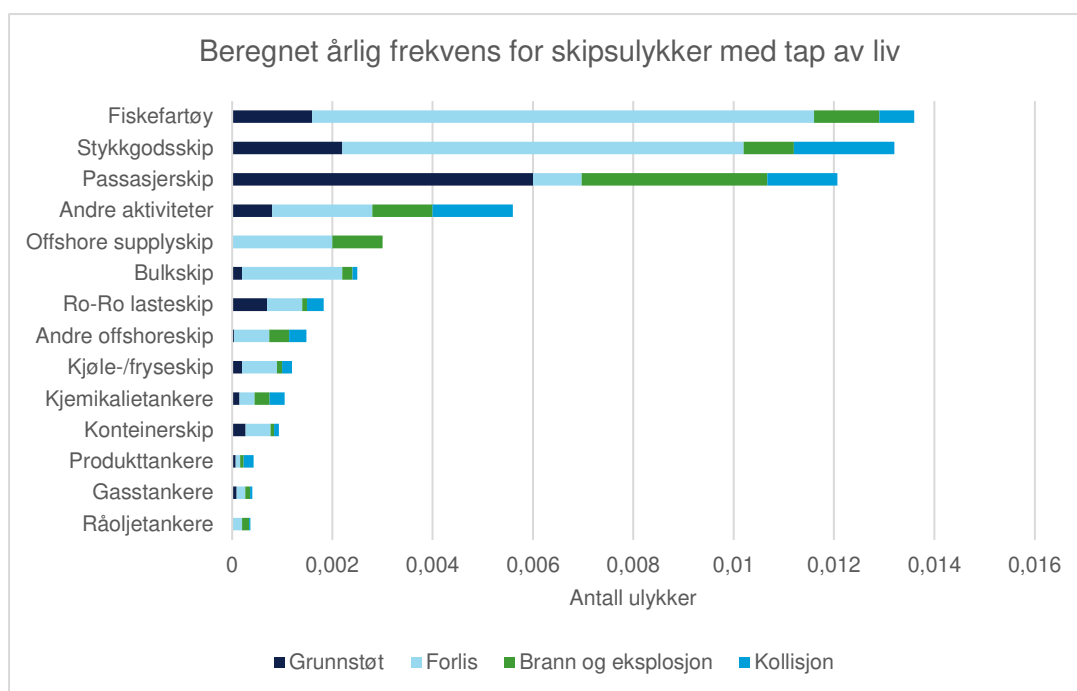
for kjemikalietankere, er risikoen i Sørøst tilnærmet lik. Forventet ulykkeshyppighet i område Vest er derimot vesentlig lavere for gasstankere sammenlignet med kjemikalietankere.



Figur 4-19 Beregnet årlig frekvens for skipsulykker med gasstankere.

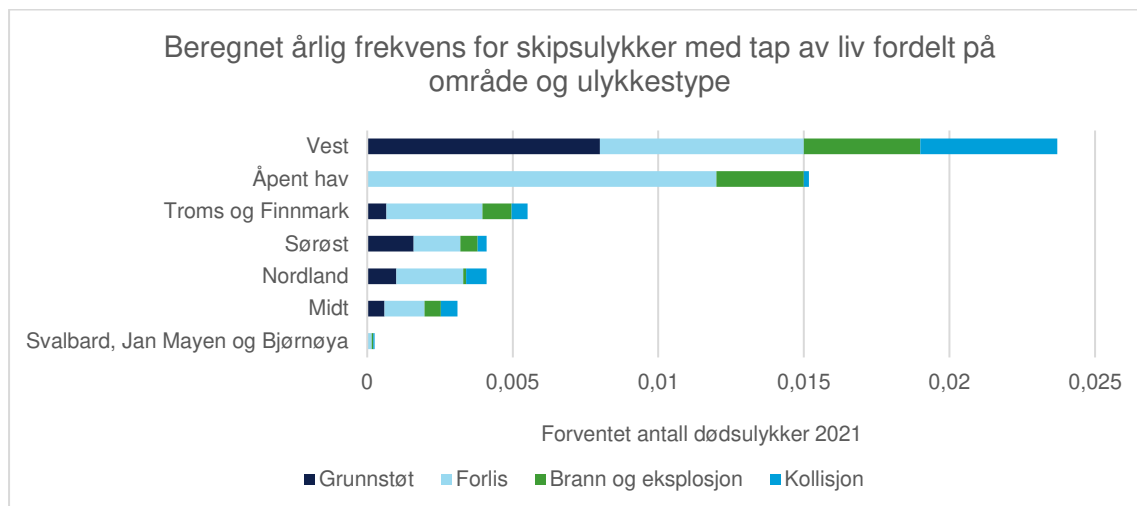
4.5 Sannsynlighet for skipsulykker med tap av liv

AlSyRisk beregner en årlig frekvens for skipsulykker som medfører tap av liv på 0,06, dvs. at det er forventet ca. 17 år mellom hver ulykke. Disse ulykkene fordeler seg som vist i Figur 4-20 på de ulike skipstypene. Fiskefartøy, stykkgodsskip og passasjerskip er de tre mest sannsynlige kandidatene for å havne i ulykker med én eller flere omkomne. Som tidligere vist, har disse tre skipstypene både mest utseilt distanse og det er de som er statistisk sett oftest utsatt for ulykker. I forhold til utseilt distanse er fiskefartøy mest utsatt for dødsulykker per utseilt nautiske mil (Figur 4-3). Fiskefartøy er også den av de tre skipstypene som har størst sannsynlighet for at en ulykke skal være en dødsulykke (Figur 4-8).



Figur 4-20 Beregnet årlig frekvens for skipsulykker med tap av liv.

Figur 4-21 viser hvordan dødsulykkene fordeler seg over områdene. Området med høyest beregnet sannsynlighet for dødsulykker er Vest, etterfulgt av åpent hav og Troms og Finnmark. Figur 4-21 viser også at største andelen av dødsulykker knyttes til forlis (kantring, skrogsvikt, etc.).

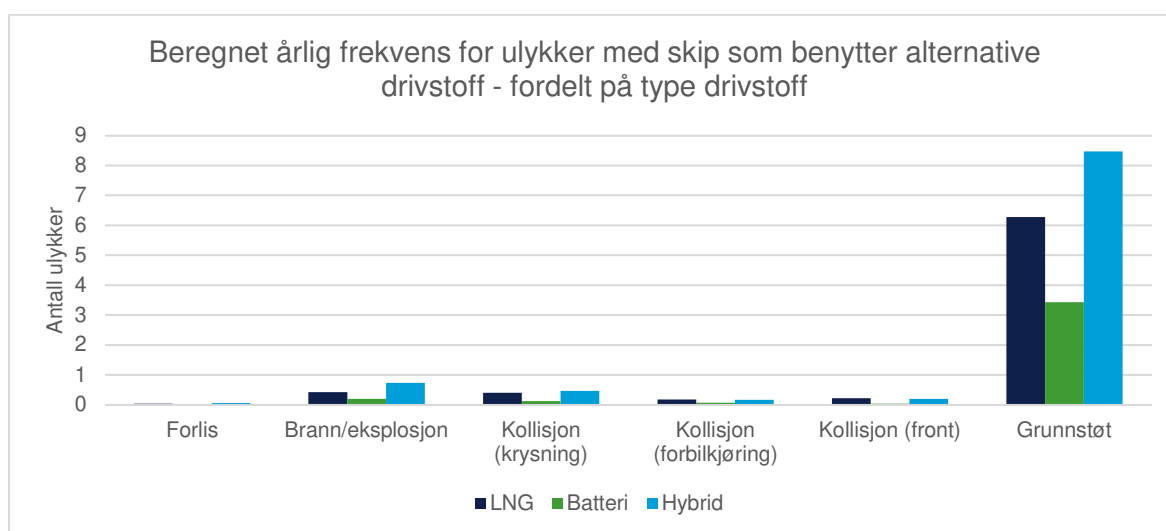


Figur 4-21 Beregnet årlig frekvens for skipsulykker med tap av liv fordelt på område og ulykkestype.

4.6 Sannsynlighet for ulykker som involverer skip med alternative drivstoff

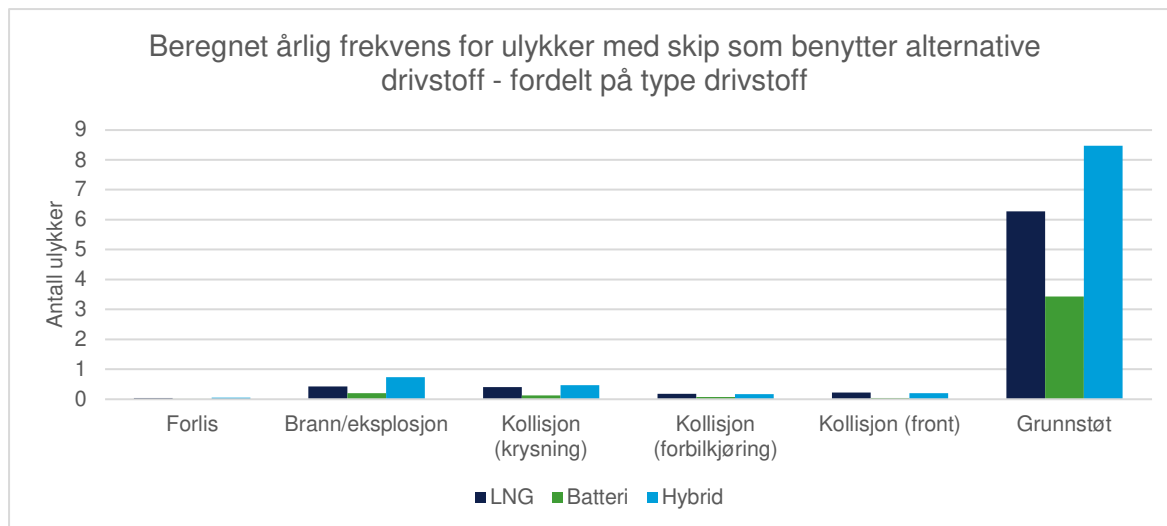
Alternative drivstoff er på vei inn i skipsfarten og kan medføre andre konsekvenser, både for mennesker og miljø, enn tradisjonelle drivstoff ved et eventuelt utslipp. Disse konsekvensene utredes i detalj i en egen rapport om miljø og farlig gods.

Figur 4-22 og Figur 4-23 viser det forventede antall skipsulykker for skip som går på alternative drivstoff basert på AIS-data fra og med oktober 2021 til og med september 2022. Grunnstøtinger er skilt ut i en egen figur for å kunne vise nyansene blant de øvrige ulykkestypene. Blant ulykkestypene med lavere forventet frekvens, er brann og eksplosjon den forventet hyppigst forekommende ulykkestypen etterfulgt av kollisjon.



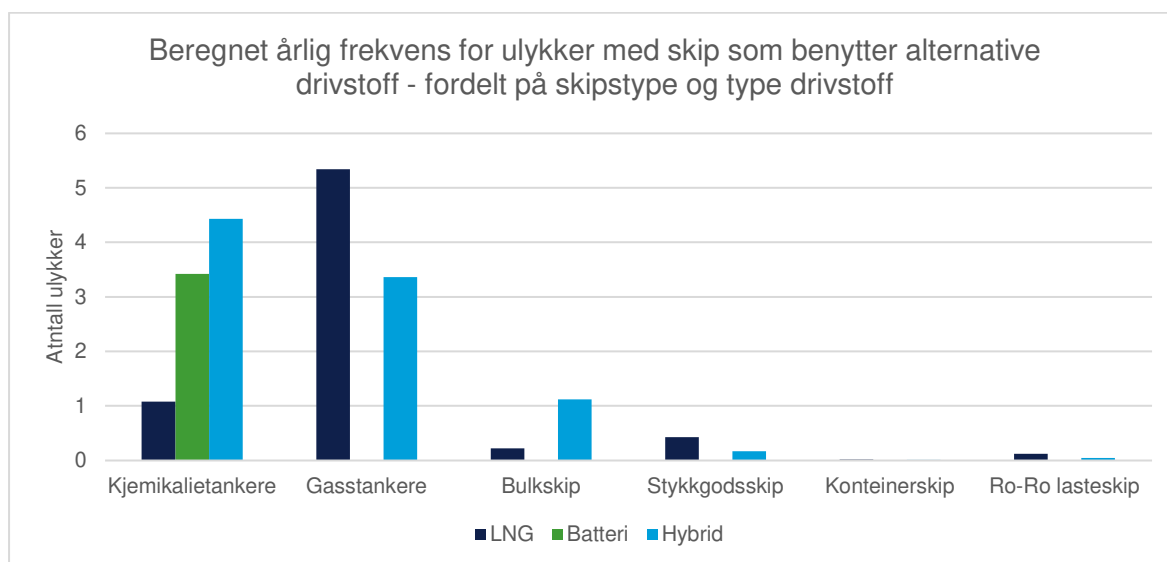
Figur 4-22 Beregnet antall årlige ulykker med skip som benytter alternative drivstoff (okt. 2021 – sept. 2022).

Grunnstøtinger er også den hyppigst forekommende ulykken når alle fartøytyper sees under ett. Forskjellen for skip med alternative drivstoff er at kollisjoner er forventet å forekomme sjeldnere. Dette kommer antakeligvis som en naturlig følge av at det er færre skip som seiler med alternative drivstoff og dermed finnes det færre ulykkeskandidater for ulykker som involverer mer enn ett skip. Dette kan være årsaken til at brann og eksplosjoner, som kun involverer ett skip, forventes å forekomme hyppigere for denne gruppen skip.



Figur 4-23 Beregnet antall årlige ulykker med skip som benytter alternative drivstoff (okt. 2021 – sept. 2022).

Figur 4-24 viser hvordan AISyRisk beregner antall ulykker over ulike skipstyper. Siden opptaket av alternative drivstoff ikke er av betydelig størrelse for alle skipstyper, har noen av dem ingen forventet ulykkesrisiko. Blant de som hadde det, er kjemikalietankere og gasstankere de skipstypene de som har beregnet høyest ulykkesrisiko.

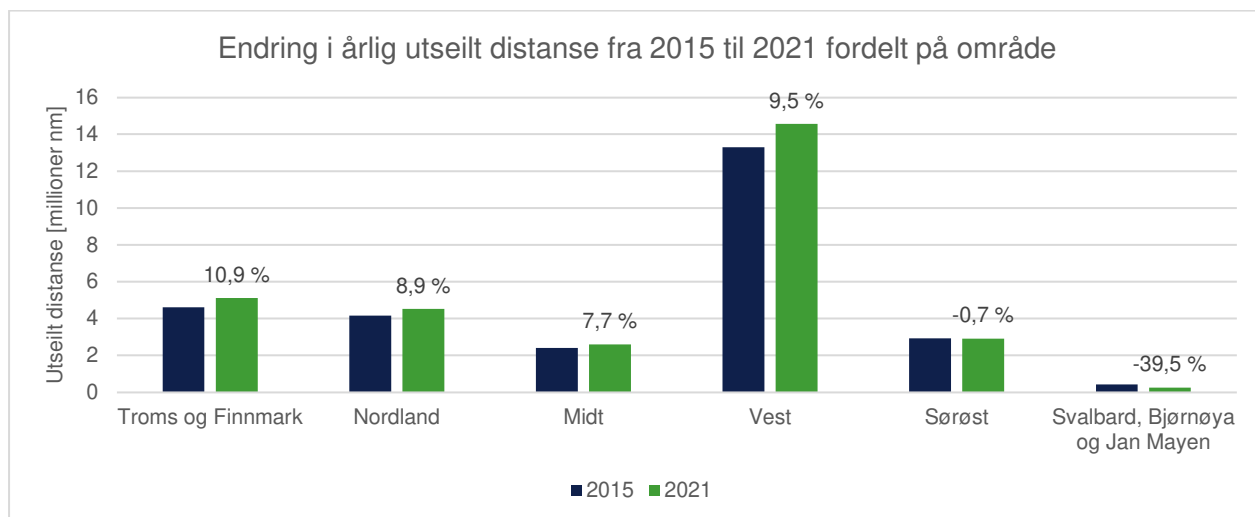


Figur 4-24 Forventet fordeling av ulykker på ulike skipstyper på alternative drivstoff (okt. 2021-sept. 2022).

4.7 Endring i risikobildet siden 2014

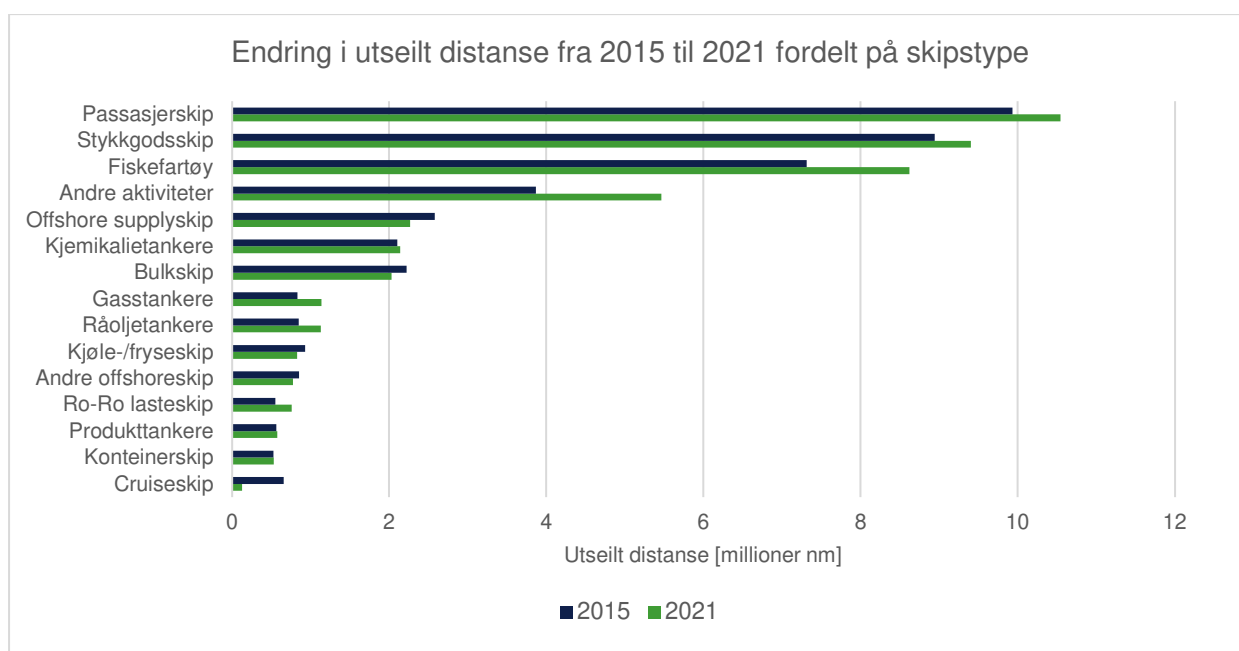
For å undersøke endringen i risikobildet siden 2014, vil beregnede risikoer basert på AIS-data fra 2015 og 2021 sammenliknes. I 2015 ble det registrert en total utseilt distanse i norske farvann på 42 749 587 nautiske mil. I 2021 var trafikken økt til 46 350 577, en økning på 8,6 prosent.

Figur 4-25 viser hvordan endringen i utseilt distanse fordelte seg over de ulike områdene. En kan se størst økning i Vest, som også er det området det seiles mest i. I de øvrige områdene er endringen (absoluttverdi) til sammenlikning beskjeden.



Figur 4-25 Endring i årlig utseilt distanse fra 2015 til 2021 fordelt på områder.

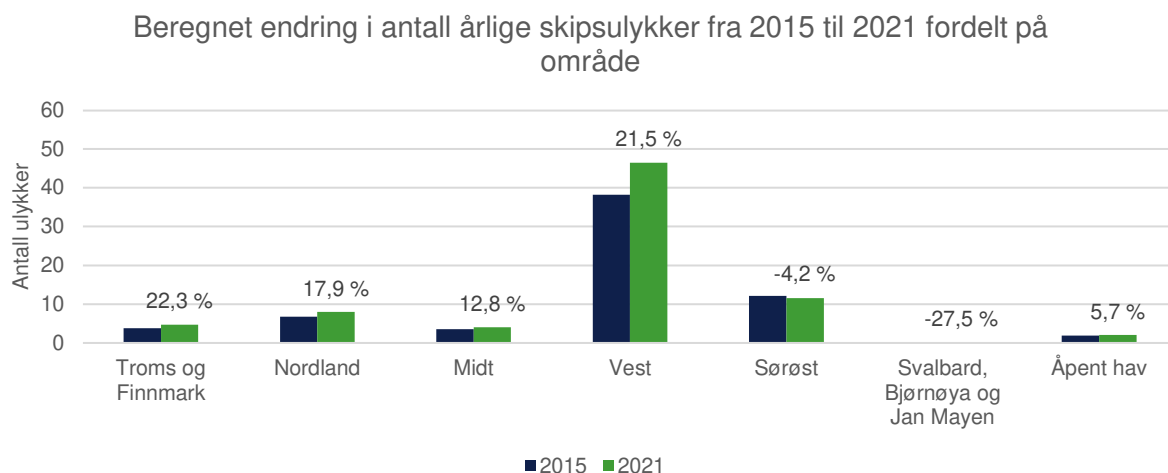
Figur 4-26 viser hvordan trafikkmengden har endret seg for de ulike skipstypene. Den største økningen i trafikk fra 2015 til 2021 observeres for fiskefartøy og «andre aktiviteter». Kystverket har, på bakgrunn av en enda finere skipstypeinndeling (på Lloyds 3-nivå) funnet at mesteparten av denne økningen knyttes til underkategorien «Other Fishing» som blant annet inkluderer brønnbåter og annen aktivitet knyttet til fiskeoppdrett [2].



Figur 4-26 Endring i utseilt distanse fra 2015 til 2021 fordelt på skipstyper.

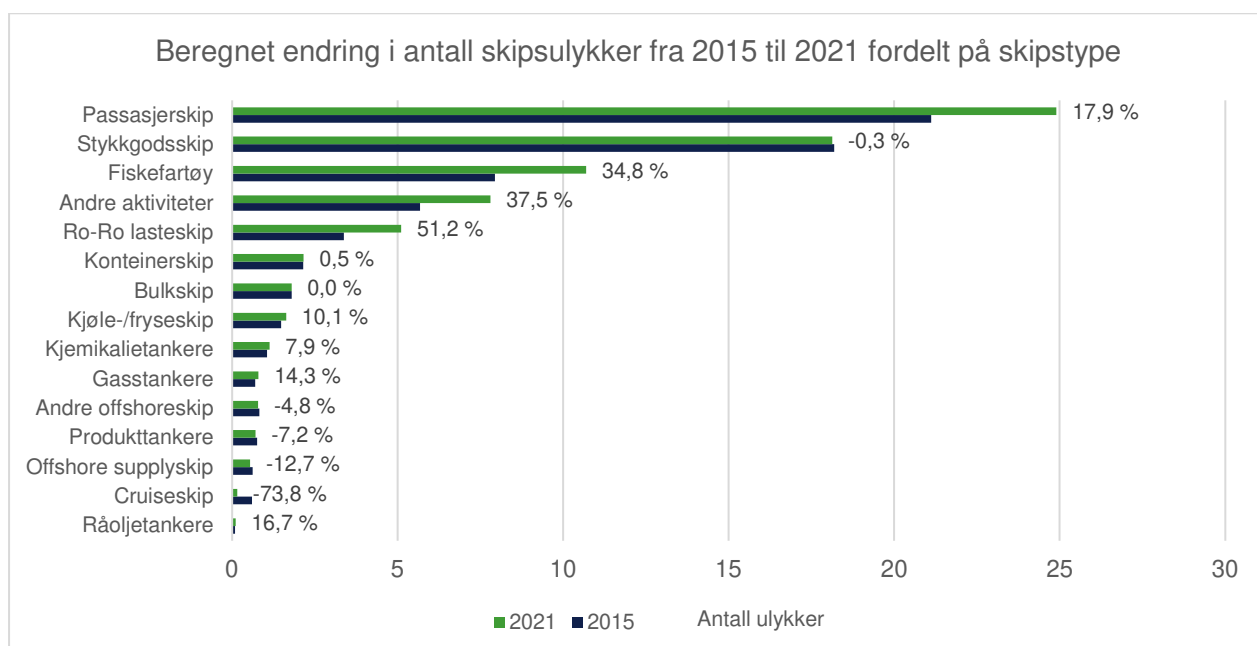
Enkelte skipstyper viser også en negativ endring i trafikkmengde, som offshore supplyskip, bulkskip og kjøle-/fryseskip. Den største nedgangen kan observeres for cruiseskip. Denne nedgangen henger mest sannsynlig sammen med pandemien og diskuteres ytterligere i Cruiserapporten.

Det beregnede totale antall skipsulykker basert på denne trafikken økte fra 66,5 ulykker i 2015 til 76,8 ulykker i 2021. Dette tilsvarer en økning på 15,5%. Totalt sett forventes altså risikoen for ulykker per nautiske mil å ha økt. Figur 4-27 viser endringen i forventet ulykkesfrekvens fra 2015 til 2021. Den største forventede økningen i ulykkesfrekvens forventes i Vest, der økningen i utseilt distanse også er størst..



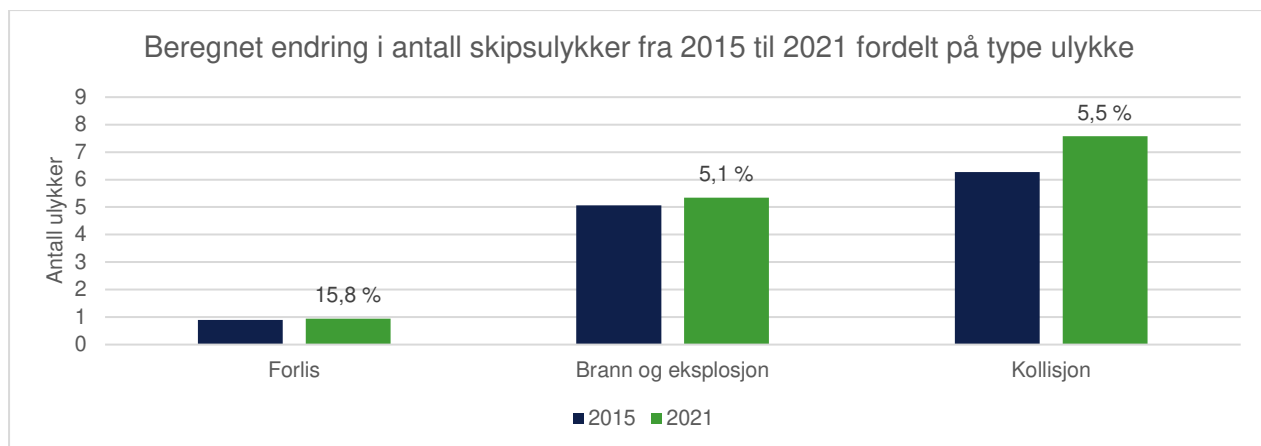
Figur 4-27 Beregnet endring i antall årlige skipsulykker fra 2015 til 2021 fordelt på område.

Figur 4-28 viser utviklingen i forventet ulykkesfrekvens for de ulike skipstypene. Den største økningen forventes for passasjerskip, fiskefartøy, "andre aktiviteter" og Ro-Ro lasteskip. Disse skipstypene har til felles at de var blant de mest ulykkesutsatte i 2015. Unntaket er stykkgodsskip hvor en forventer en lik ulykkesfrekvens med dagens trafikkmengde som i 2015.

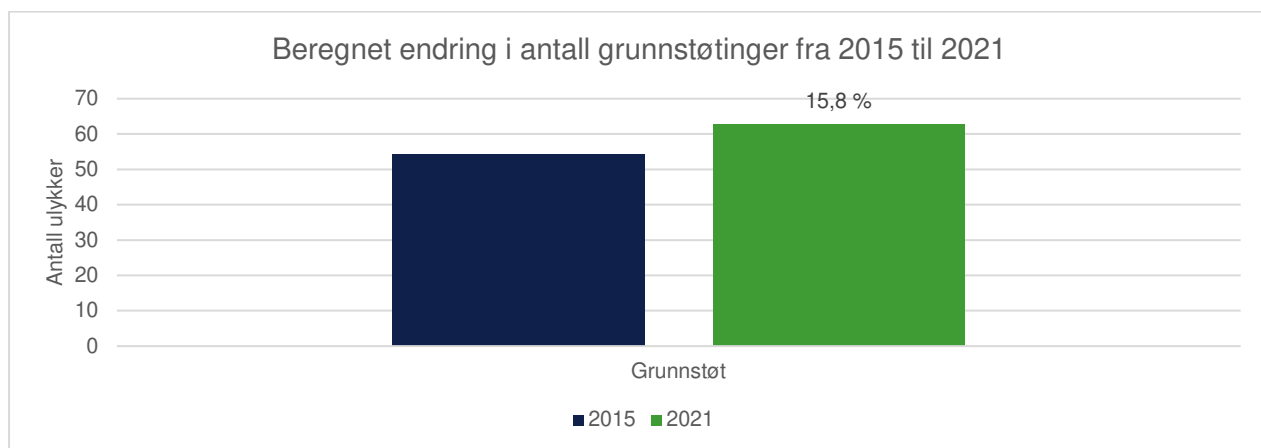


Figur 4-28 Beregnet endring i antall skipsulykker fra 2015 til 2021 fordelt på skipstype.

Figur 4-29 og Figur 4-30 viser hvordan den hyppigheten av de ulike ulykkestypene endrer seg fra 2015 til 2021. Grunnstøtinger er satt i et eget diagram for bedre å kunne vise endringen i de øvrige ulykkestypene. Det observeres størst økning i grunnstøtinger og kollisjoner samt en moderat økning i antall branner og eksplosjoner. Antall forlis forventes å holde seg på et stabilt, lavt nivå. Økningen i antall grunnstøtinger kan sees i sammenheng med den økte trafikkmengden i Vest.

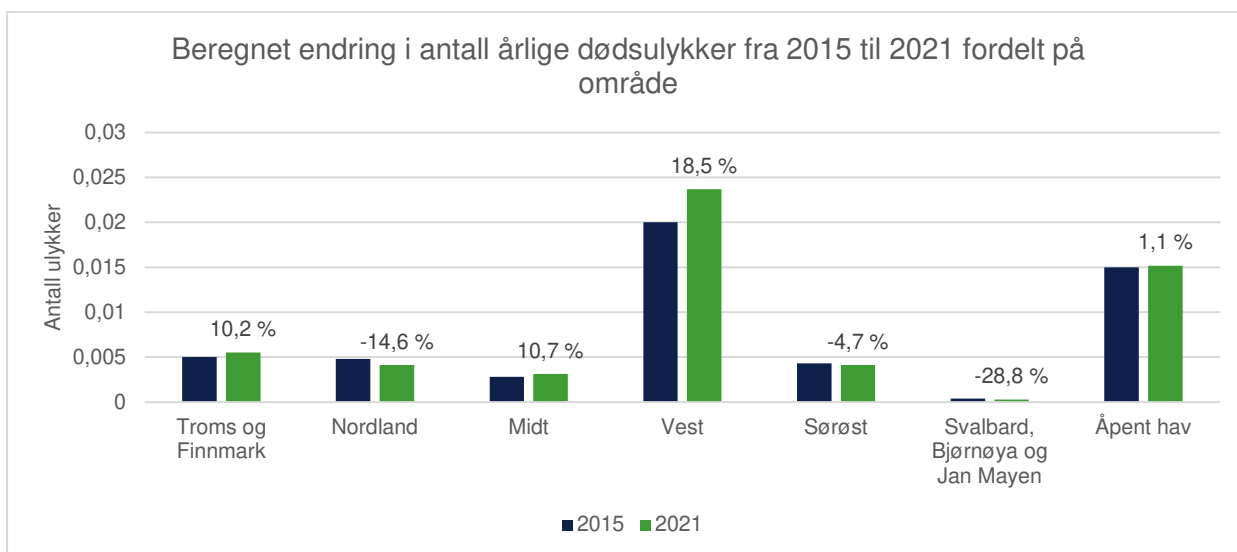


Figur 4-29 Beregnet endring i antall skipsulykker fra 2015 til 2021 fordelt på type ulykke (grunnstøtinger i eget diagram under).



Figur 4-30 Beregnet endring i antall grunnstøtinger fra 2015 til 2021.

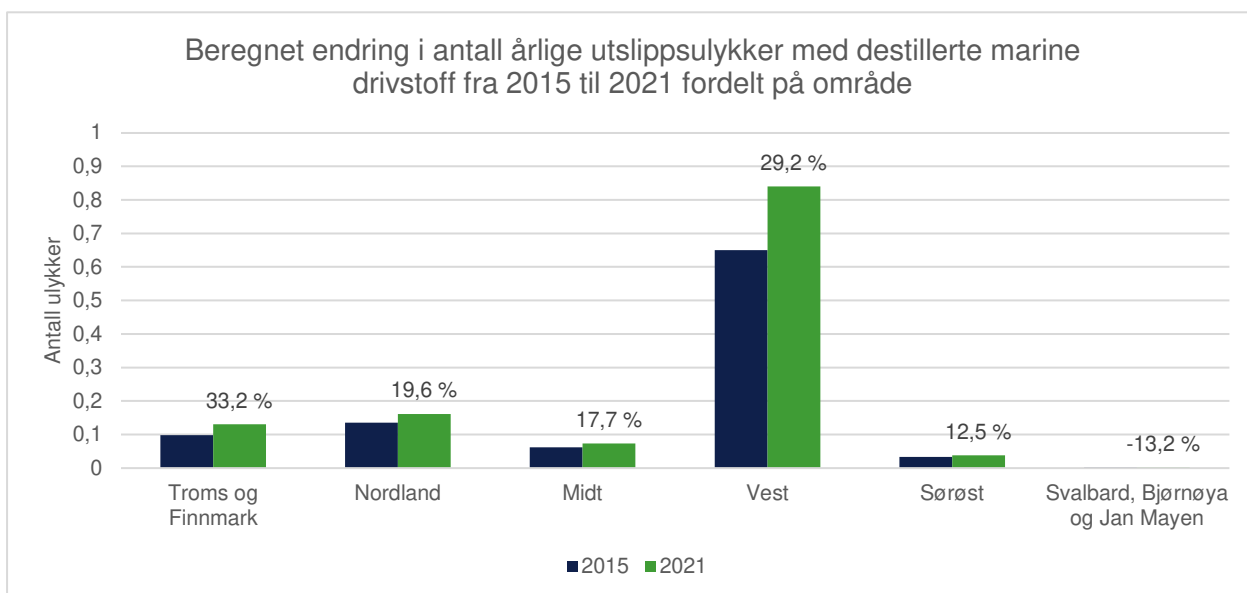
Forventet antall årlige dødsulykker ble beregnet til 0,053 for 2015 og 0,058 for 2021. De to årene var det, basert på trafikken, forventet et antall omkomne på henholdsvis 1,47 og 1,52. Utviklingen er presentert grafisk i Figur 4-31.



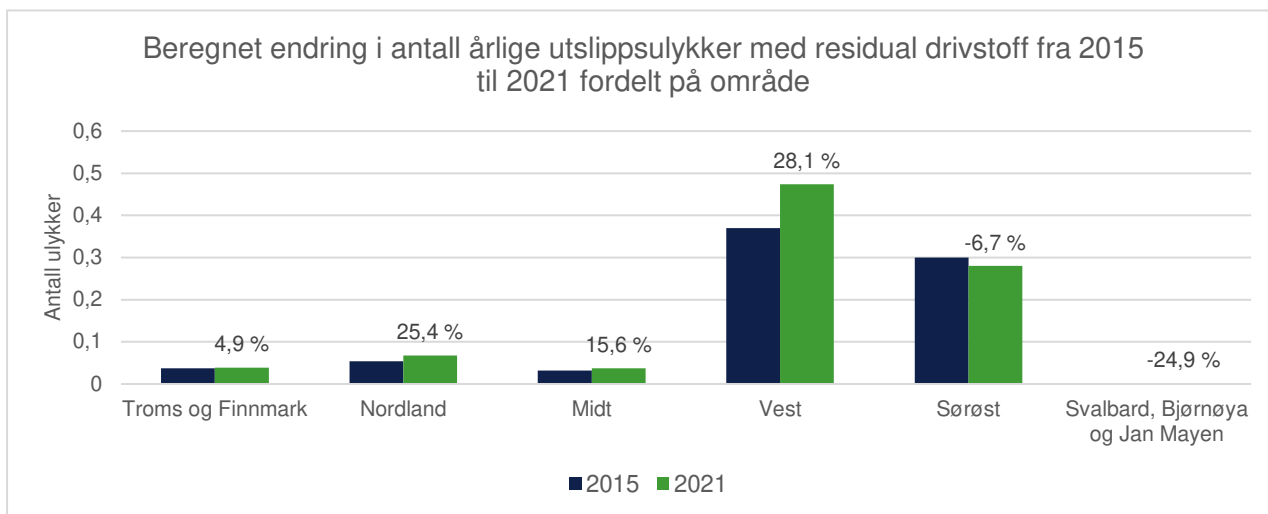
Figur 4-31 Beregnet antall årlige dødsulykker fordelt på område.

Figur 4-32 viser endringen i antall forventede ulykker med utslipp av destillerte marine drivstoff. En kan observere at økningen er størst i Vest og at økning, dog beskjeden i de øvrige områdene, er en trend for alle områder foruten Svalbard, Bjørnøya og Jan Mayen. Her er forventet ulykkesfrekvens tilsynelatende null av diagrammet, men er beregnet til størrelsesorden 0,0002 ulykker som medfører utslipp av destillerte marine drivstoff i året.

Figur 4-33 viser utviklingen i forventet antall ulykker som medfører utslipp av residual drivstoff årlig. Her kan en observere en nedgang i Sørøst, men økning i de øvrige områdene.

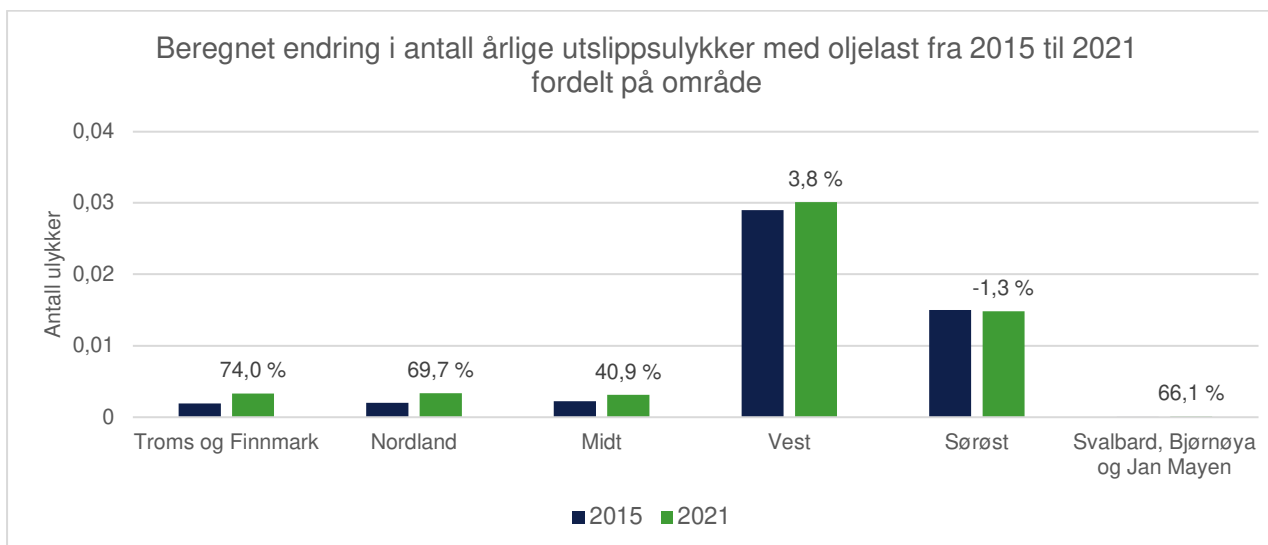


Figur 4-32 Beregnet endring i antall årlige utslippsulykker med destillerte marine drivstoff fordelt på område.



Figur 4-33 Beregnet endring i antall årlige utslippsulykker med residual drivstoff fra 2015 til 2021 fordelt på område.

Figur 4-34 viser forventet endring i hyppighet av ulykker som medfører utslipp av oljelast, herunder råolje, petroleumsprodukter og lette petroleumsprodukter. En kan se en liten nedgang i Sørøst, men ellers stabile eller noe økte frekvenser i de øvrige områdene.



Figur 4-34 Beregnet endring i antall årlige utslippsulykker med oljelast fra 2015 til 2021 fordelt på område.

Endringene en kan se i sammenlikningen mellom beregnet risiko for 2015 og 2021 karakteriseres generelt av økning. Økning i utseilt distanse, ulykker og utslipp er den generelle trenden. En kan videre se at økningen i utseilt distanse er noe mindre enn økningen i ulykker.

5 REFERANSER

- /1/ Kystverket (2022) Automated calculation of risk related to ship traffic - Risk calculation method and data sources", revisjon 12. Date: 2023-03-26.
- /2/ Kystverket (2021) Statistikk om skipstrafikk målt i utseilt distanse i norske havområder.
<https://www.kystverket.no/statistikk-og-prognoser/statistikk-om-utseilt-distanse/>
- /3/ Kystverket (2022) Sannsynligheten for akutt forurensning fra skip i norske havområder og ny kunnskap om lavsvovel-drivstoffenes grunnleggende egenskaper



Om DNV

DNV er et internasjonalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering. Siden 1864 har vårt formål vært å sikre liv, verdier og miljøet. Vi bistår våre kunder med å forbedre deres virksomhet på en sikker og bærekraftig måte. Vi leverer klassifisering, sertifisering, teknisk risiko- og pålitelighetsanalyse sammen med programvare, datahåndtering og uavhengig ekspertrådgivning til maritim sektor, til olje- og gass-sektoren, og til energibedrifter. Med 80,000 bedriftskunder på tvers av alle industrisektorer er vi også verdensledende innen sertifisering av ledelsessystemer. Med høyt utdannede ansatte i 100 land, jobber vi sammen med våre kunder om å gjøre verden sikrere, smartere og grønnere.

SJØSIKKERHETSANALYSEN 2022

Anbefalinger til Kystverket

Kystverket

Rapportnr.: 2023-0570, Rev. 0

Dato: 2023-10-18



Prosjektnavn: Sjøsikkerhetsanalysen 2022
 Rapporttittel: Anbefalinger til Kystverket
 Oppdragsgiver: Kystverket, Postboks 1502
 6025 ÅLESUND
 Kontaktperson: Trond Langemyr
 Dato: 2023-10-18
 Prosjektnr.: 10360876
 Org. enhet: DNV Maritime Advisory
 Rapportnr.: 2023-0570, Rev. 0

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er): Rammeavtale med Kystverket

Denne rapporten er en del av prosjektet «Sjøsikkerhetsanalysen 2022» og er utarbeidet for Kystverket. Formålet med Sjøsikkerhetsanalysen er å gi innspill til beslutningsgrunnlag de kommende årene for dimensjonering av den forebyggende sjøsikkerheten og prioritering mellom ulike typer sjøsikkerhetstiltak i ulike geografiske områder.

Utført av:	Verifisert av:	Godkjent av:
Hans Jørgen Johnsrud Sjefskonsulent	Peter Nyegaard Hoffmann Avdelingsleder	Øystein Goksøyr Seksjonsleder

Referansegruppe:

- Koen Pieter Houweling, konsulent
- Hans Petter Dahlslett, gruppelider
- Georg Giskegjerde, Seniorrådgiver
- Magnus Jordahl, Seniorrådgiver

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV 2023. Alle rettigheter forbeholdes DNV. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning.

DNV distribusjon:

☒ ÅPEN. Fri distribusjon, internt og eksternt.
☐ INTERN. Fri distribusjon internt i DNV.
☐ KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste*
☐ HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

Nøkkelord: Sjøsikkerhet, grunnstøting og kollisjon

*Distribusjonsliste:

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
A	2023-06-29	Draft versjon	HAJOH	PHOFF	
B	2023-08-04	Oppdatering basert på kommentarer	HAJOH	PHOFF	
C	2023-09-06	Oppdatering basert på kommentarer	HAJOH	PHOFF	
0	2023-10-18	Endelig versjon	HAJOH	PHOFF	OGOK

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG	3
2	INTRODUKSJON	6
2.1	Bakgrunn	6
2.2	Formål	6
2.3	Avgrensing av analysen	6
2.4	Forkortelser	7
3	METODISK TILNÆRMING	8
4	ANBEFALINGER	9
4.1	Farledstiltak og navigasjonsinnretninger	9
4.2	Trafikkovervåkning	11
4.3	Losing	12
4.4	Samarbeid om forbedringsområder på broen	14
4.5	Trender	17
4.6	Risikoidentifisering og styring	20
5	REFERANSER	21

1 SAMMENDRAG

Formålet med denne rapporten har vært å gi anbefalinger til Kystverket som bygger på resultatene og funnene som er dokumentert i underlagsrapportene til Sjøsikkerhetsanalysen. Selv om det er hovedfokus på hvordan Kystverket kan forbedre sjøsikkerheten, har vi ikke isolert anbefalingene til kun det som angår Kystverket. Flere av anbefalingene vil derfor også kunne falle inn under Sjøfartsdirektoratet. Det må poengteres at dette er DNVs uavhengige anbefalinger.

Merk at anbefalinger gitt av andre utvalg og utredninger (f.eks. cruiseutvalget) eller tidligere rapporter fra DNV, som inkluderer sikkerhetskulturundersøkelsen i 2021 og 2023, ikke er gjengitt i denne rapporten.

Kystverkets visjon er å utvikle kysten og havområdene til verdens sikreste og reneste. Ettersom det i Norge er en betydelig andel av skipstrafikk i kyst- og innaskjærs seilas, ulikt mange andre land, er dette utvilsomt en utfordrende oppgave. I ulykkesanalysen viste statistikken at antall grunnstøtinger har ligget på rundt 90 ulykker i året siden 2013, og økt til rundt 100 de siste to årene. Dette vil si at det inntreffer i snitt to grunnstøtinger per uke året gjennom. Om dette er et akseptabelt nivå er ikke vurdert siden det ikke foreligger etablerte risikoakseptkriterier.

Trenden for alvorlige ulykker har vært positiv og det er i dag få ulykker som resulterer i tap av menneskeliv eller akutt forurensning. Kystverket kommenterte i sin årsrapport om hendelse håndtert i 2022 at de stort sett lave utslippene kan skyldes tilfeldigheter, men også at Kystverket systematisk har gjennomført tiltak som reduserer sannsynligheten for uhell. De konkrete forebyggende tiltakene, som styrking av sjøtrafikksentralene, slepebåtbereidskapen, lostjenesten og gjennomførte farledstiltak, kan ha forhindret at flere situasjoner har utviklet seg til mer alvorlige hendelser.

I sannsynlighetsanalysen viste prognosene for 2060 at skipstrafikken er estimert å øke med 7 %¹, målt i utseilt distanse. Ofte brukes prinsippet om at risikoen øker tilnærmet proporsjonalt med veksten i utseilt distanse, dvs. trafikkmengden, gitt at alt annet er likt. For å sørge for at risikoen holder seg på minst samme nivå, er det derfor behov for å iverksette nye tiltak. Kystverket må se på hvordan de kan bidra til å opprettholde og styrke sjøsikkerheten i takt med trafikkutvikling, klimaendringer og teknologiutvikling.

Kystverkets egne forslag til risikoreduserende tiltak er nylig gitt av rapporten «Kystverkets forslag til prioritering av ressursbruk i perioden 2025-2036». Tiltakene som Kystverket har beskrevet og anbefalingene som DNV har beskrevet i denne rapporten vil naturlig være noe overlappende, men det vil forhåpentligvis også sette søkelys på en rekke områder som kan forbedres basert på funnene i Sjøsikkerhetsanalysen.

Merk at anbefalingene i denne rapporten ikke er rangert etter viktighet eller risikoreduserende effekt.

Farledstiltak og navigasjonsinnretninger

Farledstiltak og navigasjonsinnretninger er ansett av navigatørene som det tiltaket som generelt sett har størst risikoreduserende effekt. Interessentanalysen fanget opp mange av behovene til navigatørene, utfordringer med dagens infrastruktur og tiltak de ønsker å se mer av. I ulykkesanalysen identifiserte vi områder med størst ulykkeshyppighet, hvor det kan være grunnlag for at Kystverket går inn med forebyggende tiltak. Følgende anbefalinger er gitt:

1. Intuitiv og optimalisert merking for hver strekning
2. Mer bruk av rutetiltak i risikoutsatte områder
3. Etablere flere vær-sensorer i særlige utsatte farvann

¹ Skipstrafikk innenfor grunnlinjen.

Trafikkovervåkning

Over 50 % av respondentene på spørreundersøkelsen i interessentanalysen mente at sjøtrafikksentraltjenesten til Kystverket har en høy risikoreduserende effekt, mens det var rundt 20 % som mente at effekten derimot var lav. I virkningsanalysen ble effekten av VTS beregnet til å være god. VTS er modernisert de siste årene og Kystverket utvikler også adferdsanalyseverktøy, som ytterligere støtte til trafikklederne. Følgende anbefalinger er gitt:

4. Overvåke større deler av kysten med bruk av adferdsanalyseverktøy
5. Vurdere utvidelse av VTS på Vestlandet nordover til Trondheim

Losing

I virkningsanalysen ble den risikoreduserende effekten av los på grunnstøtingsulykker beregnet til 41 %, som er høyest av alle tjenester eller tiltak som Kystverket tilbyr. Selv om losen har en meget høy risikoreduserende effekt inntreffer det ulykker med fartøyer som har los ombord. I årsaksanalysen ble 57 rapporterte hendelser som omhandler grunnstøtinger og kollisjoner analysert, hvor 15 av disse hendelsene omhandlet ulykker hvor los var involvert. Følgende anbefalinger er gitt:

6. Forbedre risikoidentifiseringen i forkant av losoppdrag
7. Styrke samhandlingen og kommunikasjon på bro ved losing
8. Utveksle seilingsinformasjon mellom fartøy og los før losbording

Samarbeid om forbedringsområder på broen

I interessentanalysen deltok om lag 700 nautikere i en spørreundersøkelse som omhandlet sjøsikkerheten i norske sjøområder, hvorav i overkant av 600 var vakthavende navigatører. Utfordringer knyttet til for lav bemanning, manglende etterlevelse av hviletidsbestemmelser, manglende kunnskap om oppsett av elektroniske sjøkartsystemer (ECDIS), samt forstyrrende alarmer på bro var de mest fremtredende funnene. Følgende anbefalinger er gitt, og omhandler samarbeid med Sjøfartsdirektoratet og Rederiforbundet:

9. Støtte arbeidet med å sørge for tilstrekkelig bro-bemanning i nærskipfarten
10. Industrisamarbeid og standardisering på oppsett av ECDIS ved kyst- og innaskjærs-seilas
11. Støtte arbeidet med å forbedre alarmsystemer på bro
12. Medvirke til å redusere mengden administrativt arbeid for navigatører

Trender

I trendanalysen har DNV beskrevet globale trender og utvikling som kan påvirke sjøsikkerheten i norske farvann. Følgende trender og utviklinger ble analysert: Avkarbonisering, teknologiutvikling, digitalisering og transformasjon, cyberrisiko, kampen om havområder, samt globale kriser, sorte svaner og perfekte stormer. Følgende anbefalinger er gitt:

13. Redusere sårbarheten og øke beredskapskapasitet innen cyberhendelser
14. Etablere veileder for beregning av sikkerhetsavstander mellom skipstrafikk og fornybar energiproduksjon

Risikoidentifisering og styring

I arbeidet med å identifisere og vurdere sjøsikkerhetstiltak er det også avdekket områder med forbedringspotensialer innen risikoidentifisering og styring i Kystverket. Risikoidentifisering og styring omhandler hvilke verktøy, arbeidsprosesser og styringssystemer som Kystverket har for strategisk risikoidentifikasjon og risikohåndtering.

Følgende anbefalinger er gitt:

- Helhetlig forvaltning og utvikling av digitale verktøy og datasett.
- Ett system som tar inn dynamiske risikoindikatorer fra flere kilder.
- Opprette samarbeid med Sjøfartsdirektoratet om kvalitetsheving og bruk av ulykkesdata i SDU.
- Sikre systematisk læring av hendelser og etablere fellesmetodikk for ulykkesgranskning og hendelsesrapportering.
- Etablering av tiltaksdatabase (digitalt bibliotek og visning i dynamisk geografisk informasjonssystem).

2 INTRODUKSJON

2.1 Bakgrunn

I 2014 utførte DNV «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» på oppdrag fra Kystverket. Sjøsikkerhetsanalysen 2014 utgjorde en viktig del av grunnlaget for stortingsmeldingen «På rett kurs – Forebyggende sjøsikkerhet og beredskap mot akutt forurensning» (Meld. St. 35 2015–2016) og inngår i dag i Kystverkets kunnskapsgrunnlag for sjøsikkerheten i norske farvann.

På grunn av den lange tiden som er gått siden «Sjøsikkerhetsanalysen 2014» ble ferdigstilt og på grunn av behovet for gode forberedelser for arbeidet i Kystverket frem mot Nasjonal transportplan 2026-2037 er det behov for å revidere denne kunnskapen gjennom å revidere deler av analysen.

2.2 Formål

Formålet med denne rapporten har vært å gi anbefalinger til Kystverket som bygger på resultatene og funnene som er dokumentert i underlagsrapportene til Sjøsikkerhetsanalysen. Selv om det er hovedfokus på hvordan Kystverket kan forbedre sjøsikkerheten, har vi ikke isolert anbefalingene til kun det som angår Kystverket. Flere av anbefalingene vil derfor også kunne falle inn under Sjøfartsdirektoratet. Det må poengteres at dette er DNVs uavhengige anbefalinger.

2.3 Avgrensning av analysen

Sjøsikkerhetsanalysen setter søkelys på sjøsikkerheten i norske farvann, det vil si forhold som kan forebygge at ulykker inntreffer. Analyseområdet omfatter alle norske farvann, inkludert Norges Økonomiske Sone (NØS), fiskevernsonen i havområdene utenfor Svalbard, samt fiskerisone ved Jan Mayen.

Sjøsikkerhetsanalysen har hovedfokus på navigasjonsulykker, det vil si ulykker som forårsakes av navigasjonsfeil som fører til grunnstøting eller kollisjon. Grunnstøting forstås her med enhver kontakt mellom fartøy og havbunn, mens kollisjon defineres som en hendelse der fartøyet kolliderer med et annet fartøy. Drivende grunnstøting er også inkludert i denne analysen. Kontaktulykker (mot kai, bro, drivende gjenstander, etc.) er ikke inkludert i navigasjonsulykker. Analysen omhandler næringsfartøy med obligatorisk bærekraft til AIS transponder (klasse A), det vil si at fritidsfartøy og andre små fartøy ikke er del av analysen.

Hovedfokus vært på hvordan Kystverket kan forbedre sjøsikkerheten innenfor de begrensningene som analysen har definert. Hensikten med det forebyggende sjøsikkerhetsarbeidet er å beskytte mennesker, miljø og materielle verdier ved å forhindre ulykker. Sjøsikkerhet omfavner imidlertid bredt, og vi har derfor ikke isolert anbefalingene til kun det som angår Kystverket. Det er Sjøfartsdirektoratet som er forvaltnings- og tilsynsmyndighet for arbeidet med sikkerheten på fartøy med norsk flagg og utenlandske fartøy i norske farvann, mens Kystverket er forvaltnings og tilsynsmyndighet for effektiv, sikker og miljøvennlig bruk av farvann.

2.4 Forkortelser

AIS	Automatisk identifikasjonssystem (Automatic Identification System)
ARPA	Automatisk plottefunksjon av objekters fart og kurs på en radar (Automatic radar plotting aid)
DMA	Danske Sjøfartsstyrelsen
ECDIS	geografisk informasjonssystem og elektronisk sjøkartsystem
GPS	Global Positioning System
IMDG	The International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code
IMO	Den internasjonale sjøfartsorganisasjonen (International Maritime Organization)
KS	Kvalitetssikring
MARCO	MARine CO-existence scenario building
MPX	Master-Pilot Exchange
NCSC	Nasjonalt cybersikkerhetssenter
NFD	Næring- og fiskeridepartementet
NorCERT	Norwegian Computer Emergency Response Team
NSM	Nasjonal sikkerhetsmyndighet
NTP	Nasjonal transportplan
NØS	Norges økonomiske sone
SCAT	Systematic Cause Analysis Technique
SDU	Ulykkesdatabasen til Sjøfartsdirektoratet
SRM	Sektorresponsmiljø maritime
SSN	SafeSeaNet
TSS	Trafikkseparasjonssystem (Traffic Separation Scheme)
VDES	VHF Data Exchange System
VTs	Sjøtrafikksentraltjenesten (Vessel Traffic Service)

3 METODISK TILNÆRMING

Det er gjort en vurdering av anbefalinger basert på funnene fra de ulike analysene i Sjøsikkerhetsanalysen. Rapportene utarbeidet i Sjøsikkerhetsanalysen inneholder ikke anbefalinger, kun resultater og funn, da det har vært ønskelig å gjøre en helhetlig identifisering av anbefalinger basert på et samlet materiale.

Anbefalingene er basert på DNVs analyser i arbeidet med Sjøsikkerhetsanalysen 2022, dokumentert i følgende rapporter:

- Interessentanalysen – Interessentanalyse for innspill til forebyggende sjøsikkerhetstiltak (Rapportnr.: 2022-1160)
- Årsaksanalysen – Årsaksanalyse av grunnstøtinger og kollisjoner i norsk farvann (Rapport Nr.: 2022-1236)
- Trendanalysen – Trender og utvikling som kan påvirke sjøsikkerheten (Rapportnr.: 2022-1113)
- Ulykkesanalysen – Statistikk over navigasjonsulykker med fartøy i norske farvann (Rapport Nr.: 2023-0335)
- Farlig last analysen – Analyse av ulykkesansynlighet og miljøkonsekvenser med utslipp av IMDG-last i norske farvann (Rapport Nr.: 2023-0080)
- AISyRisk analysen – Presentasjon og analyse av risikoberegninger i AISyRisk (Rapport Nr.: 2021-1262)
- Virkningsanalysen – Risikoreduserende effekt av sjøsikkerhetstiltak (Rapport Nr.: 2023-0474)
- Risiko 2060 analysen – Modellering av risikoutvikling mot 2060 (*kommer, ikke ferdigstilt*)

Det er i tillegg gjort enkelte henvisninger til nylige rapporter fra DNV som ble utarbeidet parallelt med sjøsikkerhetsanalysen:

- DNV (2023) «Årsaksanalyse for ulykker med los og farledsbevis» (Rapport Nr.: 2023-0259). Rapporten ble utarbeidet i 2023 for Kystverket, og gir ytterligere kunnskap om bakenforliggende årsaker til ulykker med los og farledsbevis.
- DNV (2023) Maritime Cyber Priority 2023. Rapporten bygger på en spørreundersøkelse av 801 maritime fagpersoner, sammen med en rekke dybdeintervjuer med ledere og eksperter. Rapporten beskriver dagens utfordringer, risiko og anbefalinger.

Merk at anbefalinger gitt av andre utvalg og utredninger (f.eks. cruiseutvalget) eller tidligere rapporter fra DNV, som inkluderer sikkerhetskulturundersøkelsen i 2021 og 2023, ikke er gjengitt i denne rapporten. Vi registrerer imidlertid at det er mange sammenfallende funn når en sammenligner interessentanalysen, som gir brukernes perspektiv, med sikkerhetskulturundersøkelsen for VTS og los. Dette ser vi på som utelukkende positivt, og viser et til dels forent syn på sjøsikkerheten og dagens utfordringer.

Det er ikke utført kost-nytte analyse av tiltakene, det er dermed utelukkende sett på potensiell risikoreduserende effekt.

4 ANBEFALINGER

Kystverkets visjon er å utvikle kysten og havområdene til verdens sikreste og reneste. Ettersom det i Norge er en betydelig andel av skipstrafikk i kyst- og innaskjærs seilas, ulikt mange andre land, er dette utvilsomt en utfordrende oppgave. I ulykkesanalysen viste statistikken at antall grunnstøtinger har ligget på rundt 90 ulykker i året siden 2013, og økt til rundt 100 de siste to årene. Dette vil si at det inntreffer i snitt to grunnstøtinger per uke året gjennom. Om dette er et akseptabelt nivå er ikke vurdert siden det ikke foreligger etablerte risikoakseptkriterier.

Trenden for alvorlige ulykker har vært positiv og det er i dag få ulykker som resulterer i tap av menneskeliv eller akutt forurensning. Kystverket kommenterte i sin årsrapport om hendelse håndtert i 2022 at de stort sett lave utslippene kan skyldes tilfeldigheter, men også at Kystverket systematisk har gjennomført tiltak som reduserer sannsynligheten for uhell [3]. De konkrete forebyggende tiltakene, som styrking av sjøtrafikksentralene, slepebåtberedskapen, lostjenesten og gjennomførte farledstiltak, kan ha forhindret at flere situasjoner har utviklet seg til mer alvorlige hendelser.

I sannsynlighetsanalysen viste prognosene for 2060 at skipstrafikken er estimert å øke med 7 %², målt i utseilt distanse. Ofte brukes prinsippet om at risikoen øker tilnærmet proporsjonalt med veksten i utseilt distanse, dvs. trafikkmengden, gitt at alt annet er likt. For å sørge for at risikoen holder seg på minst samme nivå, er det derfor behov for å iverksette nye tiltak. Kystverket må se på hvordan de kan bidra til å opprettholde og styrke sjøsikkerheten i takt med trafikkutvikling, klimaendringer og teknologiutvikling.

Kystverkets egne forslag til risikoreduserende tiltak er nylig gitt av rapporten «Kystverkets forslag til prioritering av ressursbruk i perioden 2025-2036». Tiltakene som Kystverket har beskrevet og anbefalingene som DNV har beskrevet i denne rapporten vil naturlig være noe overlappende, men det vil forhåpentligvis også sette søkelys på en rekke områder som kan forbedres basert på funnene i Sjøsikkerhetsanalysen.

Som det ofte gjengis i analyser som angår sjøsikkerhet, anses den viktigste bidragsyteren likevel å være den sjøfarende, som selv er den viktigste garantisten for sikker seilas.

Merk at anbefalingene i denne rapporten ikke er rangert etter viktighet eller risikoreduserende effekt.

4.1 Farledstiltak og navigasjonsinnretninger

Farledstiltak og navigasjonsinnretninger er ansett av navigatørene som det tiltaket som generelt sett har størst risikoreduserende effekt. Interessentanalysen fanget opp mange av behovene til navigatørene, utfordringer med dagens infrastruktur og tiltak de ønsker å se mer av. I ulykkesanalysen identifiserte vi områder med størst ulykkeshyppighet, hvor det kan være grunnlag for at Kystverket går inn med forebyggende tiltak.

Det må her nevnes at Kystverkets digitale rutetjeneste (routeinfo.no) fikk veldig mange positive tilbakemeldinger i interessentanalysen. På routeinfo.no kan navigatører laste ned referanseruter for navigasjon til alle større norske havner, og få viktig ruteinformasjon og lokale forskrifter til støtte for ruteplanlegging. Tilgang på kvalitetssikrede ruter og ruteinformasjon øker navigasjonssikkerheten og styrker samhandling på bro for los-søkende fartøy og fartøy som seiler med farledsbevis.

Tabell 1 viser en oversikt over anbefalingene som angår farledstiltak og navigasjonsinnretninger.

Tabell 1 Farledstiltak og navigasjonsinnretninger

- | | |
|----|---|
| 1. | Intuitiv og optimalisert merking for hver strekning |
| 2. | Mer bruk av rutetiltak i risikoutsatte områder |
| 3. | Etablere flere vær-sensorer i særlige utsatte farvann |

² Skipstrafikk innenfor grunnlinjen.

1. Intuitiv og optimalisert merking for hver strekning

Respondentene i interessentanalysen ønsker at Kystverket fortsette det gode arbeidet med bedre merking. Flere sier at kysten er generelt veldig godt merket, og at det ikke er på grunn av merking at fartøy går på grunn. Årsaken ligger derimot på det som foregår på broen. Men, selv om merkingen har blitt mye bedre de siste 10 årene, kan den alltid bedres mener navigatørene. Mudring og fjerning av skjær, for å gjøre farledene sikrere, bør *kun* gjøres der dette er nødvendig, det vil si der det ikke finnes bedre alternative løsninger som nymerking og/eller mer detaljerte dybdekonturer i sjøkartet.

I ulykkesanalysen så vi at ulykkeshyppigheten i 2022 var høyest i farvann rundt Hitra og Frøya, og sørover til Molde. I interessentanalysen ble det også gitt flere kommentarer om nettopp dette farvannet. Det ble blant annet påpekt at i brønnbåtnæringen blir det ofte manøvrert nært skjær, grunt farvann og i vanskelige strømforhold, spesielt i Smøla, Hitra og Frøya området. Andre nevner også at det ønskes bedre merking på ledene vest av Frøya.

I interessentanalysen var det også veldig mange tilbakemeldinger som gikk på ønsker om mer bruk av belysning på sjømerker, da med indirekte belysning etter HIB-konseptet. Det er flere som påpeker at under dårlig sikt (skodde, mørke) savner en ofte belysning på bøyer og jernstenger. Om en har samme blinke-mønster samtidig på lateralmerker, så kan de enklere skille bort andre ikke-relevante merker. Samtidig ønsker en ikke en situasjon der en ender opp med for mye lys, som gjør det for komplekst. Det må nevnes at dette også berører sikkerheten og trafikken med mindre fartøy. Alt kan ikke merkes, og dersom en merker en grunne med lys, men unnlater å belyse en annen jernstake i samme område, kan dette medføre økt risiko for mindre fartøy. Flere ulykker har inntruffet fordi små fartøy kolliderer med jernstaker i mørke.

Flere tilbakemeldinger i interessentanalysen gikk også på at det generelt ønskes sterkere belysning i fyrlykter, og at lyset i større grad bør skille seg fra annen belysning og bakgrunnsbelysning. Eksempler i norske farvann på hvor det er vanskelig å oppdage lyset under gitte forhold ble nevnt; Kolnesholmene i Feisteinsleden fra sør og vestre Karmsund lykt i Karmsundet fra nord. Det ble imidlertid kommentert av flere at det i dag er svært få navigatører, foruten losene, som aktivt benytter sektorlyktene som navigasjonshjelpemiddel.

Respondentene i interessentanalysen ønsker også generelt mer bruk av radarrefleksjon på merker (staker og sjømerker), spesielt i trange farvann. Bruk av Racon på flere fyr er også ønsket. Eksempler på grunner som ble nevnt av navigatørene: Brønnøysund og Svartsundet (Raftsundet). Eksempler på veldig trange farvann som ble nevnt: Brattholmen (Raftsundet) og Svartsundet (Raftsundet).

Det foreslås følgende **anbefalinger**:

- Det anbefales at Kystverket viderefører arbeidet med merkeprosjekter. Merkingen må være intuitiv og optimalisert for formålet på hver enkelt strekning. Kystverket bør undersøke nærmere rundt årsaker til økt grunnstøtingshyppighet i farvann rundt Hitra og Frøya, og sørover til Molde, og vurdere om bedre merking kan redusere risikoen.
- Det anbefales at Kystverket fortsetter arbeidet med mer bruk av indirekte belysning.
- Det anbefales at Kystverket hensyntar tilbakemeldingene fra interessentanalysen på belysning i fyrlykter.
- Det anbefales at Kystverket vurderer mer bruk av radarrefleksjon på navigasjonsinnretninger.

2. Mer bruk av rutetiltak i risikoutsatte områder

I interessentanalysen kommer det frem at navigatørene ønsker mer bruk av trafikkseparasjonssoner (TSS) i sterkt trafikkerte farleder. Trafikkseparasjon kan være et inngripende tiltak, men i mange tilfeller vil et slikt system ikke nevneverdig endre på den generelle seilassen gjennom et område. Rutetiltak innbefatter, i tillegg til TSS, også toveis farled og påbudte ruter. Der slike tiltak brukes gir det en mer forutsigbar seilas og redusert risiko for møtekonflikter. Mulige områder som ble nevnt i interessentanalysen som kandidater til trafikkseparasjonssoner var Hjeltefjorden og Fensfjorden.

Anbefaling: Det anbefales at Kystverket vurderer rutetiltak i særlig risikoutsatte områder. Rutetiltak må også sees i sammenheng med trafikkovervåkning, da disse to tiltakene sammen kan gi en god effekt.

3. Etablere flere vær-sensorer i særlige utsatte farvann

Kystverket har utviklet en tjeneste for bølge- og strømvarsling som vises på barentswatch.no. Tjenesten holdes kontinuerlig oppdatert og vises gjennom en brukervennlig kartløsning. I interessentanalysen fremkommer det av navigatørene at dette er et veldig godt tiltak, og det ønskes generelt mer bruk av slike sensorer i farledene.

Anbefaling: Det anbefales at Kystverket etablere flere sensorer (hovedsakelig for vind og strøm) i særlige utsatte farvann, og passering av trangere farvann, hvor fartøy på forhånd kan få sanntidsinformasjon om vindretning og strømforhold. Dette vil gi økt beslutningsstøtte til bruk i seilasplanleggingen.

4.2 Trafikkovervåkning

Over 50 % av respondentene på spørreundersøkelsen i interessentanalysen mente at sjøtrafikksentraltjenesten til Kystverket har en høy risikoreduserende effekt, mens det var rundt 20 % som mente at effekten derimot var lav. I virkningsanalysen ble effekten av VTS beregnet til å være god. VTS er ikke avhengig av ny utrustning på skipene og får derfor virkning umiddelbart fra tjenesten etableres.

Tabell 2 viser en oversikt over anbefalingene som angår trafikkovervåkning.

Tabell 2 Trafikkovervåkning

- | | |
|----|---|
| 4. | Overvåke større deler av kysten med bruk av adferdsanalyseverktøy |
| 5. | Vurdere utvidelse av VTS på Vestlandet nordover til Trondheim |

4. Overvåke større deler av kysten med bruk av adferdsanalyseverktøy

VTS er modernisert de siste årene og approach-alarmene er skreddersydd for rask varsling til fartøyene. Foruten approach-alarmer for å unngå potensielle grunnstøtinger, har VTS alarmer på lav-hastighet (potensiell drivende grunnstøting og behov for slepebåt) og dregging (fartøy som mister ankerfeste). Kystverket utvikler også et adferdsanalyseverktøy (BEAN), som er basert på maskinlæring og kunstig intelligens (KI), som ytterligere støtte til trafikklederne for deteksjon av potensielle ulykkeskandidater.

Studier viser at mennesker generelt yter dårlig på monitorering og overvåkningsoppgaver, forklart i faktorer som distraksjoner, arbeidsminnekapasitet, årvåkenhetsreduksjonen og stimulans. Nettopp derfor er det essensielt at vi støttes av teknologi. Å understøtte trafikklederne, som sitter på mange års erfaring og kunnskap om trafikken i farvannet, med ny teknologi kan gi flere mulige nytteeffekter som bør utredes:

- Dekke større geografiske områder med samme bemanning, dvs., utvikle tjenester som er smartere og mer effektive.
- Fange opp flere kritiske situasjoner enn det som gjøres i dag

- Fange opp kritiske situasjoner tidligere, for å oppnå en høyere sannsynlighet for å kunne avverge ulykke
- Bedre beslutningsstøtte til trafikkløserne

Den store utfordringen her er å lage overvåkningssystemer som ikke gir en overflod av alarmer, men som er optimalisert slik at systemet kun gir beskjed når det er reell fare.

Kystverket har allerede etablert fjernovervåking i sjøtrafikksentraltjenesten, eksempelvis overvåkes Kinn tjenesteområde fra Brevik, og Melkøya tjenesteområde overvåkes fra Vardø. Her kan en også se mot luftfarten hvor det i Norge nå rulles ut fjernstyrte kontrolltårn fra det nye Remote Towers Centre i Bodø.

Anbefalingene må sees på i sammenheng med utvikling innen deling av seilasplan mellom fartøy og VTS (e-navigasjon og Maritime Service Portfolio – MSP³). Dersom VTS i fremtiden får automatisk tilgang på fartøyenes seilasplaner, kan deteksjon av avvik potensielt skje enda raskere. Den store utfordringen her blir å optimalisere mengden alarmer, da man ikke vil havne i dagens situasjon hvor alarmer på broen skrur av fordi det blir for mange av dem.

En slik overvåking må også sees i sammenheng med etablering av rutesystemer (eksempelvis TSS eller pålagte ruter) langs kysten. Ved etablering av slike systemer vil det være enklere å sette opp alarmer som kun gir varsel ved avvik fra normale seilas. Gjennom påbudte rutesystemer vil VTS vite hvilken rute fartøy skal følge.

Anbefaling: Det anbefales at Kystverket vurderer om større arealflater kan overvåkes ved å ta i bruk ny teknologi for varsling av farlige situasjoner, dvs. overvåking utenfor de etablerte tjenesteområdene til sjøtrafikksentralene. Dette går på å utvikle tjenester som er smartere og mer effektive, uten nødvendigvis å øke bemanningen eller opprette nye stasjoner.

5. Vurdere utvidelse av VTS på Vestlandet nordover til Trondheim

I Kystverkets forslag til prioritering av ressursbruk i perioden 2022-2033 var en ytterligere utvidelse av VTS på Vestlandet nordover til Trondheim foreslått, men denne virker ikke videreført i de nye anbefalingene til NTP for perioden 2025–2036.

Anbefalingen er gitt på grunnlag av at tidligere samfunnsøkonomiske analyser av VTS, som tilsier at dette gir positiv nytte, med god margin. I tillegg ser vi av ulykkesanalysen at ulykkeshyppigheten i 2022 var høyest i farvann rundt Hitra og Frøya, og sørover til Molde. I interessentanalysen ble det også gitt flere kommentarer om nettopp dette farvannet. Ulykkene i dette farvannet er ikke analysert i detalj, siden dette er en nasjonal sjøsikkerhetsanalyse, så vi kan ikke si med sikkerhet om disse kunne ha blitt avverget av en VTS tjeneste. Det anbefales at Kystverket går nærmere inn på de nevnte ulykkene i dette farvannet og hvordan etablering av en VTS-tjeneste vil kunne redusere risikoen for at slike ulykker oppstår. Her kan også merketiltak og rutetiltak være relevante.

Anbefaling: Det anbefales at Kystverket vurderer etablering av en utvidelse av VTS på Vestlandet nordover til Trondheim. Anbefalingen for denne strekningen kan kombineres med merketiltak, som nevnt i kapittel 4.3.

4.3 Losing

I virkningsanalysen ble den risikoreduserende effekten av los på grunnstøtingsulykker beregnet til 41 %, som er høyest av alle tjenester eller tiltak som Kystverket tilbyr. Losen har i dag tilgang til stadig mer avanserte digitale verktøy, men det er fremdeles kompetanse rundt farled og kyst, værforhold og seilingsrutiner som er hovedproduktet som tilbys fra losen og Kystverket. Betydningen av å ha en ekstra navigatør på broen er også en del av den risikoreduserende effekten.

³ Maritime Service Portfolio

Selv om losen har en meget høy risikoreduserende effekt inntreffer det ulykker med fartøyer som har los om bord. I årsaksanalysen ble 57 rapporterte hendelser som omhandler grunnstøtinger og kollisjoner analysert, hvor 15 av disse hendelsene omhandlet ulykker hvor los var involvert. I 2023 ble det også utført en egen årsaksanalyse for ulykker med los og farledsbevis (utenfor Sjø sikkerhetsanalysen), og denne baserer seg på 58 hendelsene hvor det var los om bord på fartøyet [7].

Tabell 2 viser en oversikt over anbefalingene som angår losing.

Tabell 3 Losing

- | | |
|----|--|
| 6. | Forbedre risikoidentifiseringen i forkant av losoppdrag |
| 7. | Styrke samhandlingen og kommunikasjon på bro ved losing |
| 8. | Utteksle seilingsinformasjon mellom fartøy og los før losing |

6. Forbedre risikoidentifiseringen i forkant av losoppdrag

I rapporten «Årsaksanalyse for ulykker med los og farledsbevis» ble det funnet at den dominerende bakenforliggende årsakskategorien til hendelser med los var knyttet til «kompetanse, erfaring og ferdigheter». Dette bidro i 27 % av hendelsene, mens mangelfull kommunikasjon og samhandling bidro noe mindre med 17 %. I denne sammenheng er det viktig å påpeke at det er lite som tyder på at mangelfull formell kompetanse eller erfaring er en fremtredende årsak til ulykker. Oftest er dette mer situasjonsbetinget eller knyttet til særskilte forhold som spesifikk fartøyskompetanse, særskilte operasjonelle forhold eller særskilte omgivelser. Samtidig er årsaksbildet sammensatt i alle hendelsene der kompetanse, erfaring og ferdigheter er identifisert blant årsakene.

Det påpekes i ulykkesrapportene at planlegging, risikoidentifisering og situasjonsforberedelser, i forkant av losoppdrag kan forbedres. Dette går hovedsakelig på det som omhandler ytre forhold (vær) og hvordan dette kan påvirke fartøyet. Ulykkesrapportene peker på at risikoen ikke er identifisert eller forstått.

Anbefaling: Det anbefales at losen forbedrer planlegging og risikoidentifisering i forkant av losoppdrag. Det anbefales at Kystverket utarbeider en klar instruks på hva som er akseptabel risiko og øker losens risikoforståelse.

7. Styrke samhandlingen og kommunikasjon på bro ved losing

I rapporten «Årsaksanalyse for ulykker med los og farledsbevis» så vi at mangelfull kommunikasjon og samhandling mellom los og brobesetning bidro i 17 % av ulykkene som bakenforliggende årsak. I ulykkesrapportene kommer det frem at kvalitetssikringssystemet (KS-systemet) for lostjenesten ble endret mot slutten av 2021 og begynnelsen av 2022. Lostjenesten beskriver i både det nye og det gamle KS-systemet hvordan losen skal samhandle og kommunisere, samt viktigheten med bruk av «closed loop» kommunikasjon med kaptein/ansvarlig navigatør i forberedelsen og under seilasen. Kystverket har i det nye systemet forsøkt å være tydeligere på beskrivelsen av forventninger til samhandlingen og kommunikasjon på bro ved losing. Ettersom endringene er innført sent i perioden for denne analysen, er ikke DNV kjent med hvorvidt endringene er fullstendig implementert og om de har hatt ønsket virkning.

Vi legger også til at ettersom spørreundersøkelsen i interessentanalsen hovedsakelig gikk ut til navigatører med farledsbevis var det få tilbakemeldinger på dette med kommunikasjon og samhandling mellom los og brobesetning.

Anbefaling: Det anbefales at Kystverket følger opp og evaluerer om endringene i KS-systemet har hatt ønsket virkning. Hvis ikke bør det vurderes konkrete aksjoner for videre oppfølging, og for å sikre at alle i lostjenesten har felles oppfatning av hva som er «beste praksis».

8. Utveksle seilingsinformasjon mellom fartøy og los før losbording

I årsaksanalysen så vi at mangelfull planlegging og styring har bidratt i 22 % av navigasjonsulykkene med los som en jobb-/systemrelatert faktor. I den oppdaterte årsaksanalysen fra 2023 fant en at i 18 % av ulykkene med los var mental/psykologisk stress en bidragende faktor. I henhold til internasjonalt regelverk skal bro-besetningen selv planlegge enhver seilas. Først etter å ha kommet ombord, og gjennomført Master-Pilot Exchange (MPX) sjekklisten, skal losens seilingsplan gjennomgås med kaptein, slik det er beskrevet i Kystverkets instruks for lostjenesten.

Anbefaling: Det anbefales at Kystverket (los) overfører tiltenkt seilasplan til fartøyet før de går ombord der dette er mulig⁴. Dette vil gjøre det mulig for broteamet å gjøre seg bedre kjent med losens tiltenkte rute, og de vil være i en bedre posisjon til å stille spørsmål og overvåke seilasen. Dette kan kombineres med instruks om sikker bording med los-leidere, samt lokalebegrensninger, reguleringer og anbefalinger tilknyttet seilasen.

Disse rutene bør i utgangspunktet sammenfalle med referanseruter for navigasjon, som Kystverket gir ut, dersom ikke annet skulle tilsi det. Dette kan også kombineres med annen informasjon, som for eksempel Kystverkets sensorer for måling av lokale værforhold.

4.4 Samarbeid om forbedringsområder på broen

Det er Sjøfartsdirektoratet som er forvaltnings- og tilsynsmyndighet for arbeidet med sikkerheten på fartøy med norsk flagg og utenlandske fartøy i norske farvann, mens Kystverket er forvaltnings og tilsynsmyndighet for effektiv, sikker og miljøvennlig bruk av farvann. Relatert til det som skjer på skipsbroen har Kystverket imidlertid stor påvirkning i de seilaser hvor det benyttes los, samt at de kan påvirke gjennom krav til navigatørenes erfaring og kunnskap i farledbevisordningen. I tillegg er Kystverket leverandør av maritime informasjonstjenester til navigatørene, navigasjonsveiledning fra fyr og merker, og ansvarlig for trafikkovervåkingen.

I interessentanalysen deltok om lag 700 nautikere i en spørreundersøkelse som omhandlet sjøsikkerheten i norske sjøområder, hvorav i overkant av 600 var vakthavende navigatører. utfordringer knyttet til for lav bemanning, manglende etterlevelse av hviletidsbestemmelser, manglende kunnskap om oppsett av elektroniske sjøkartsystemer (ECDIS), samt forstyrrende alarmer på bro var de mest fremtredende funnene.

Årsaksanalysen gir en forståelse av hvilke årsaker, i et samspill mellom menneskelige, tekniske og organisatoriske forhold, som fører til navigasjonsulykker i norske farvann. Analysen omfatter 680 hendelser, hvorav 607 grunnstøtinger og 73 kollisjoner. Analysen viser at det er «handling» og de menneskelige faktorene bak som spiller størst rolle i å forklare årsaksforholdene bak grunnstøting og kollisjon. Årsakene til at det blir utført handlinger som får et uønsket utfall, kan i hovedsak forklares med at navigatør/broteam ikke har tilstrekkelig situasjons-/risikoforståelse, kombinert med at det er andre oppgaver/forhold som opptar mental kapasitet, samt at prosedyreverk enten er utilstrekkelig eller mangelfullt implementert. Andre forklaringer finner man i mangler knyttet til opplæring og samhandling, som har påvirkning på evnen til å etablere tilstrekkelig situasjons-/risikoforståelse. I den kvantitative analysen ser man også at den dominerende kategorien av indirekte eller bakenforliggende årsaker er uoppmerksomhet.

Tabell 4 viser en oversikt over anbefalinger som angår samarbeid om forbedringsområder på broen. Anbefalingene utdypes nærmere i de påfølgende kapitlene.

Tabell 4 Samarbeid om forbedringsområder på broen

- | | |
|-----|---|
| 9. | Støtte arbeidet med å sørge for tilstrekkelig bro-bemanning i nærskipsfarten |
| 10. | Industrisamarbeid og standardisering på oppsett av ECDIS ved kyst- og innaskjærs-seilas |
| 11. | Støtte arbeidet med å forbedre alarmsystemer på bro |
| 12. | Medvirke til å redusere mengden administrativt arbeid for navigatører |

⁴ Kystverket kommenterer at en stor andel av losoppdragene blir tildelt losen kort tid før (min. 2 timer), mens los allerede er underveis fra annet oppdrag, eller under pålagt døgnhvile. I noen områder kan flere farleder være alternativ for klareringen.

9. Støtte arbeidet med å sørge for tilstrekkelig bro-bemanning i nærskipsfarten

I fritekstsvarene i interessentanalsen (spørreundersøkelsen) fikk vi inn rett i underkant av 400 svar. Det som var fremtredende, med stor overvekt, var alle kommentarene relatert til etterlevelsen av bemanning og hviletidsbestemmelser. I følge vaktholdforskriftens § 7 om brovakt, skal det i utgangspunktet være minst tre personer på broen. Dvs. ansvarshavende navigatør, utkikk og romann. Regelverket sier at et selvstyreanlegg (autopilot) kan erstatte romann, men fortsatt er det viktig at ansvarshavende vaktoffiser og utkikk overvåker, og sikrer seilasen, for å unngå uønskede hendelser [2]. Problemet slik det oppfattes av respondentene i spørreundersøkelsen er tredelt:

1. Etterlevelsen av regelverket ombord i enkelte fartøyssegmenter (hovedsakelig lasteskip i nærskipsfarten og til en viss grad ferjer og fiskefartøy) er ikke god nok. Selv om regelverk og/eller skriftlige rutiner ombord tilsier at broen skulle være bemannet med minst to personer, ser en i mange tilfeller at det kun er én person på broen.
2. Inspeksjonene er ikke tilstrekkelige. Generelt ønsker respondentene en økning i kontrollvirksomheten til Sjøfartsdirektoratet med fokus på hviletidsbestemmelser og vaktholdforskriften. Det ønskes også flere uanmeldte kontroller.
3. Det er åpning i regelverket for at vakthavende dekksoffiser kan være eneste utkikk i dagslys, under gitte forutsetninger, bl.a. om vær-situasjon, sikt, trafikk-tetthet, nærhet til farer for navigeringen og umiddelbar tilgjengelig bistand tilsier at det er forsvarlig. Dermed åpner lovverket for at det kan være kun en person på broen. Men, det kan være like stor sannsynlighet for å sovne på vakt eller være opptatt med andre oppgaver på morgenen og midt på dagen, så vel som i mørke og på natten.

Mye av denne problematikken knyttes til nærskipsfarten, hvor en har hyppige havneanløp og påfølgende laste/losseoperasjoner. Dette gjelder særlig stykkgodsskip, bulkskip og containerskip.

Men også i innenriks ferjefart oppleves bemanningen for lav. Flere opplever utfordringer med å ha forsvarlig utkikk ettersom eneste matros ombord skal utføre sine oppgaver med anløp, lossing, lasting og avgang. Som følge av dette er navigatører på ferjer mange ganger alene om navigering.

Navigatørene mener at det minst bør være to personer på bro til enhver tid, og at det da bør være minst tre navigatører som inngår i vaktrulleringen.

I offshore og andre segmenter peker respondenten på at to personer på vakt, til enhver tid, gjør at det alltid er årvåkenhet på broen og at oppmerksomhet ikke tas bort dersom en person blir opptatt med andre administrative oppgaver. For offshore må det nevnes at dette er drevet av bemanningskrav fra befrakter.

I årsaksanalysen så vi at hele 28 % av de direkte årsakene til navigasjonsulykker var relatert til at prosedyrer ikke var fulgt (herunder mangel på bemanning og hviletid). Videre så vi at mangelfull situasjons- og risikoforståelse bidrar med rundt 21 % når en ser på de bakenforliggende årsaken til ulykkene.

Denne problematikken ble også senest tatt opp av Riksrevisjonen i 2023, der det ble konkludert med at for lite hvile, utilstrekkelig bemanning og arbeidspress hos sjøfolk påvirker sikkerheten negativt. Det pekes også på Sjøfartsdirektoratets egen spørreundersøkelser om maritim sikkerhet blant sjøfolk i 2021, som blant annet viser at rundt 30 % av respondentene anser dagens skift-/vaktordning som belastende og at de føler seg presset til å fortsette arbeidet selv om sikkerheten er truet [1]. Riksrevisjonen kom med en rekke tilrådinger til Sjøfartsdirektoratet og Nærings- og fiskeridepartementet for å sikre at tilsyn er tilstrekkelig tilpasset til å avdekke sjøfolks dårlige arbeids- og levevilkår, samt å snu den negative utviklingen i ulykker.

Anbefaling: Det anbefales at Kystverket, Sjøfartsdirektoratet og Rederiforbundet går sammen og vurderer hvilke muligheter som finnes for å støtte arbeidet med å bedre sjøfolks arbeidsforhold og tilstrekkelig bemanning på bro.

10. Industrisamarbeid og standardisering på oppsett av ECDIS ved kyst- og innaskjærs-seilas

I interessentanalysen kommer det frem at mange navigatører mener at ECDIS-kartene, som det er påbudt å bruke, ikke er gode nok. Mange grunnstøtinger skyldes dårlig kartpresentasjon i ECDIS. I årsaksanalysen kom det også frem at 9 % av alle direkte årsaker til navigasjonsulykker kan knyttes til feil bruk av utstyr, i kombinasjon andre handlinger typisk feil navigering eller manøvrering. Hovedsakelig relateres dette til navigasjonsutstyr, herunder korrekt bruk, innstillinger, brukervennlighet og forståelsen av utstyret. Et ECDIS system og oppsett kan fungere greit på havseilas, og samtidig være helt ubrukelig på norskekysten. Utfordringen ligger også i at det er ulike systemleverandører, som følgelig gir ulik presentasjon og systemoppsett

Navigatørene må benytte ECDIS på en hensiktsmessig måte, og skjønne bruken. Dette gjelder også radar. Den generelle trenden er nå at ECDIS er hoved-hjelpemiddel for navigering, og at radar brukes i mindre grad. Navigatører må ha et bevisst forhold til hvilken skala radar skal være satt på for få tilstrekkelig situasjonsforståelse og oversikt.

Dette ble også tatt opp av Sjøfartsdirektoratet i 2022, hvor de erfarte at mange uønskede hendelser, spesielt grunnstøtinger, skjer ved brukerfeil av digitale kart eller misforståelser ved bruk av ECDIS. Sjøfartsdirektoratet peker på at både brukerfeil og manglende oppdatering av digitale kartsystem kan gi kritiske, alvorlige følger.

Ytelsesstandarden for ECDIS ble revidert og adoptert av IMO i november 2022, altså etter at interessentanalysen ble gjennomført, så det forventes at dette vil ha effekt, men at det vil ta tid.

Anbefaling: Kystverket bør se på hvordan de, sammen med Sjøfartsdirektoratet, kan bidra med mer kunnskap om ECDIS, bruken av ECDIS og radar, samt sørge for tilstrekkelig testing av navigatørene på dette gjennom farledsbevisprøvene. Kunnskap i optisk og visuell navigasjon skal ikke prioriteres bort, men kunnskap om elektronisk navigasjon skal økes.

Anbefaling: Los må også være bevist på observasjoner rundt ECDIS under losoppdrag og påpeke «feil», som pålagt gjennom gjeldende instruks for losing, eksempelvis feil innstilling, feil zoom-nivå på radar eller andre mangler og feilaktig bruk av navigasjonsutstyr. Dette er observasjoner som los gjør under seilas, som burde fanges opp til bruk i læring og forbedringsprosesser generelt i skipsfarten.

Anbefaling: Det bør jobbes kontinuerlig med industrisamarbeid og standardisering på oppsett av ECDIS ved kyst- og innaskjærs-seilas i norske farvann, men dette tiltaket vil naturligvis ligge utenfor Kystverket. Samarbeid og deltagelse i arbeidsgrupper i IHO samt OpenBridge prosjektet er et godt eksempel på internasjonalt samarbeid og prosjekt som søker å standardisere grensesnittene for systemer på bro.

11. Støtte arbeidet med å forbedre alarmsystemer på bro

Forstyrrelser fra alarmer på bro, også utover ECDIS, er i dag fortsatt en utfordring. Dette er imidlertid et tiltak som ligger utenfor Kystverket portefølje. Navigatørene som tok del i interessentanalysen, forteller om stadige forstyrrelser i form av støyende alarmer som potensielt kan påvirke sikker navigasjon. På ECDIS har en ofte ikke mulighet til å justere oppsettet og lydnivå på alarmene. Alarmene går av når en passerer nære land i trange farleder, som er typisk for seilas langs norskekysten. Flere mener lovendring og/eller forbedring av ytelsesstandard bør bli iverksatt

Anbefaling: Det anbefales å jobbe videre, sammen med Sjøfartsdirektoratet, med å finne løsninger for bedre alarmhåndtering på bro. Det kan nevnes at det ble gjennomført et felles industriprosjekt på forbedring av alarmsystemer på bro i 2016, hvor utfordringer og mulige tiltak ble identifisert, samt at det ble laget en veiledning for hvordan man kan redusere mengden alarmer [6].

12. Medvirke til å redusere mengden administrativt arbeid for navigatører

SafeSeaNet gir effektiviseringsgevinster og kostnadsreduksjoner for både skipsfarten, havner og myndigheter. Kystverket beskriver at tidligere måtte skip med anløp til og avganger fra norske havner rapportere samme type opplysninger flere ganger til ulike myndighetsaktører. Rapporteringskravene var ikke samordnede, og rapportene ble sendt på ulike måter til ulike myndigheter. Nå er rapporteringen til norske myndigheter i stor grad samordnet i én portal i det internettbaserte meldesystemet SafeSeaNet Norway.

Interessentanalysen viser at mange navigatører fortsatt peker på mengden rapporteringsarbeid ombord, og at kapteinen ofte er overlesset med rapporter. Mange av navigatørene mener at det er mange sjekklister som tar mye tid. Dette er en distraksjon, spesielt ettersom innholdet i dokumentene oppleves uvesentlig for å kunne utføre en sikker seilas. Dette påvirker også mulighetene for hviletid.

I tillegg til sjekklister er det også mye av informasjonen som navigatør behøver, og som krever innsats fra brobesetningen å finne frem og klargjøre for seilas, eksempelvis; seilingsregelverk, seilingsveiledninger, farevarsler, varsel om vær og sjøtilstand. IMOs E-navigasjonsstrategi, herunder utvikling av S-100, 200 og 400 standardene, revisjon av ECDIS-standardene og utvikling av nye digitale kommunikasjonssystemer til skip legger til rette for at det er mulig å redusere mengden administrativt arbeid og å bidra til at brobesetning har mer oppdatert og bedre tilrettelagt informasjon, eksempelvis plassert på rett posisjon direkte i kartet.

Anbefaling: Det er tydelig at mengden administrativt arbeid, herunder papirarbeid, for offiserene fortsatt er en stor utfordring i skipsfarten, og det er store forbedringspotensialer i digitalisering og transformasjon. Endringer tar dog tid.

Det anbefales at Kystverket, sammen med Sjøfartsdirektoratet, initierer en felles undersøkelse eller samarbeid for å adressere denne problemstillingen mot fartøyene i mer detalj. Kan sees i sammenheng med anbefaling nr. 1, relatert til hviletid og bemanningskrav.

Det anbefales også at Kystverket jobber for å videreutvikle SafeSeaNet, og utnytte mulighetene og løsninger innen e-navigasjon for å redusere administrativ belastning på bro. Dette vil styrke sjøsikkerheten. Det må nevnes at SafeSeaNet reguleres av et EU-direktiv, og global implementering av endringer tar dog tid

4.5 Trender

I trendanalysen (Rapport nr.: 2022-1113) har DNV beskrevet globale trender og utvikling som kan påvirke sjøsikkerheten i norske farvann. Følgende trender og utviklinger ble analysert:

- **Avkarbonisering.** Nye drivstoff og fremdriftssystemer fører til nye utfordringer for Kystverkets ansvar innen miljøberedskap. Med en rekke nye situasjoner som kan oppstå, stilles det krav til oppbygging av kompetanse, nye typer utstyr, tilpassing av utpekte nødhavner, og større grad av samordning og tilpassing mellom Kystverket og de andre beredskapsaktørene.
- **Teknologiutvikling, digitalisering og transformasjon.** Her foregår det allerede mye utvikling, blant annet innen IMOs e-navigasjonsstrategi. Fra myndighetssiden i Norge er det Kystverket og Sjøfartsdirektoratet som legger til rette for utvikling av e-navigasjon nasjonalt. Fra Kystverkets side er det pågående utvikling og testing av brukerorienterte e-navigasjonstjenester i Norge
- **Cyberisiko.** Innen tradisjonell informasjonsteknologi, har cyberhendelser hatt en stor økning de siste årene. Flere av de maritime kommunikasjonsløsningene er sårbare for dataangrep.
- **Kampen om havområder.** Frem mot 2050 vil norske havområder se betydelig næringsutvikling og en tiltagende konkurranse om attraktive havareal

- **Globale kriser, sorte svaner og perfekte stormer.** De siste årene har globale kriser som Covid-19-pandemien hatt betydelige konsekvenser for skipsfarten nasjonalt, og spesielt internasjonalt. Den sikkerhetspolitiske situasjonen de siste årene har også vist hvor utfordrende det kan være å vurdere potensielle trusler.

I tillegg beskrev rapporten siste nytt om regelutvikling i IMO. Utover beskrivelsene ovenfor, og rapporten for trendanalysen, ble det identifisert to konkrete anbefalinger som utdypes videre i kapitlene under.

13. Redusere sårbarheten og øke beredskapskapasitet innen cyberhendelser

Risiko for cyberhendelser er økende. Angrepet på Maersk i 2017, som gjorde at selskapet for en periode måtte stenge ned, representerte et skifte i bevissthet om alvorlighetsgraden av cyber-trusselen mot maritime sektor. Siden denne hendelsen har skipsfartsfirmaer som Cosco, MSC og CMA CGM alle opplevd høy-profil angrep, med en rekke hendelser på begynnelsen av 2020-tallet.

Nylig gjennomføre DNV en spørreundersøkelse i 2023, med 801 maritime fagfolk, som antyder at cyberangrep kan forstyrre global skipsfart ytterligere og ikke bare økonomisk, men også true den fysiske sikkerheten. Mer enn tre fjerdedeler (76%) av respondentene mener en cyberhendelse sannsynligvis vil tvinge fram en nedstengning av en strategisk terminal, farled eller kanal. I underkant av 70 % av respondentene mener en cyberhendelse kan føre til skipskollisjon eller grunnstøting i fremtiden.

I Norge er det Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) som er ekspertorgan for informasjons- og objektsikkerhet, og er det nasjonale fagmiljøet for IKT-sikkerhet. Direktoratet er nasjonal varslings- og koordineringsinstans for alvorlige dataangrep og andre IKT-sikkerhetshendelser. Nasjonalt cybersikkerhetssenter (NCSC) er en avdeling i NSM som er den nasjonale responsfunksjonen for alvorlige digitale angrep og driver det nasjonale varslingsystemet for digital infrastruktur. NorCERT (Norwegian Computer Emergency Response Team) er en funksjon i NSSC som koordinerer og håndterer dataangrep.

I 2019 la regjeringen frem nasjonal strategi for digital sikkerhet. Strategien inkluderte 51 tiltak for å øke digital sikkerhet. Sjøfartsdirektoratet utarbeidet i 2021 et forslag til maritim strategi for digital sikkerhet sammen med Kystverket. Denne tok utgangspunkt i den nasjonale strategien for digital sikkerhet. For å understøtte arbeidet utførte Sintef og DNV trusselvurderinger knyttet til maritim digital sikkerhet. Utkastet til strategi, som ble sendt til Næring- og fiskeridepartementet (NFD), inneholdt 16 tiltak, som spenner fra modernisering av maritime kommunikasjonssystemer, autonomi, digital sikkerhetskompetanse og sårbarhetsanalyse.

I desember 2022 sluttet næring- og fiskeridepartementet seg til etatenes vurdering om at det bør etableres et sektorresponsmiljø (SRM) for maritim sektor og legger til grunn at etatene fortsetter å følge opp aktuelle tiltak i strategien [4] [5]. Departementet kom frem til at ansvaret for et slikt SRM legges til Kystverket. Beslutningen innebærer at Kystverket skal opprettes som et overordnet og koordinerende kontaktpunkt for alvorlige digitale hendelser i maritim sektor, med ansvar for videre varslings til departementet, Nasjonalt Cybersikkerhetssenter hos NSM og andre relevante aktører. Departementet understreker imidlertid at det ikke legges opp til at det skal etableres et operativt IKT-miljø hos Kystverket for håndtering av digitale hendelser i maritim sektor.

Anbefaling: Det som kan tydeliggjøres i større grad innen strategien for maritim digital sikkerhet er behovet for:

- Å behandle cyberhendelser og -risiko på lik måte som sjøsikkerhet. Dette inkluderer forebyggende arbeid med å redusere sårbarheten for cyberhendelser, rapportering og læring av hendelser, samt assistanse under pågående angrep.
- Risiko- og sårbarhetsanalyser (i mangel på historiske hendelser), og at disse samles i et helhetlig digitalt system for oppfølging og overvåkning.

- Sammenstilling av data for bruk som risikoindikatorer, både nasjonalt og internasjonalt, samt for å identifisere eventuell gap/sårbarheter i dagens systemer.
- Synliggjøring av behovet for forebyggende sikringstiltak og responsmiljø innen maritime. I utenrikshandelen i Norge er skipsfarten en dominerende transportform. 83 % av godsmengdene i utenrikshandelen ble i 2021 transportert på skip til og fra Fastlands-Norge. Utover økonomiske konsekvenser, er det en økende frykt for at cyberhendelser kan få konsekvenser i form av storulykke, eksempelvis grunnstøting eller kollisjon.

14. Etablere veileder for beregning av sikkerhetsavstander mellom skipstrafikk og fornybar energiproduksjon

I trendanalysen så vi at norske havområder vil se betydelig næringsutvikling og en tiltagende konkurranse om attraktive havareal frem mot 2050. Selv om Norge har et stort tilgjengelig totalt havareal, vil områder, kjennetegnet ved spesielle dybdeforhold og nærhet til land, oppleve økende grad av faste installasjoner og annen aktivitet som konkurrerer om areal. Dette kan medføre en økt sjøsikkerhetsrisiko for møtekonflikter mellom skip, skipskollisjoner og kollisjoner med faste installasjoner ettersom det potensielt blir mindre plass for skipstrafikken. Det kan også medføre en økt grunnstøtingshyppighet dersom installasjoner gjør at skipsfarten må endre ruter og seilasmønster i kystnære farvann. En ryddig sameksistens mellom ulike brukere av havet, og med miljøet, blir avgjørende de kommende tiår.

I Danmark har den danske sjøfartsstyrelsen (DMA) brukt beregningsformlene i IMO informasjonsdokumentet «Assessment Framework for Defining Safe Distances between Shipping Lanes and Offshore Wind Farms», utarbeidet av Nederland, for å bestemme nødvendig bredde på skipskorridorer i den danske maritime havplanen⁵. Metodikken brukes også som veiledende i pågående vindmølleparker til sjøs av DMA for å bestemme sikker avstand til turbiner, men at endelig avgjørelse alltid er prosjektspesifikk.

Anbefaling: Det anbefales at Kystverket er proaktiv i veiledningen til industrien for å bestemme sikker avstand mellom skipstrafikken og installasjoner til havs, som havvindparker og oppdrettsanlegg.

Anbefaling: Det anbefales at Kystverket etablerer et samarbeid med andre nasjoner rundt Nordsjøen og Østersjøen for å etablere en felles tilnærming til sikker avstand mellom skipstrafikken og installasjoner til havs, som havvindparker og oppdrettsanlegg. Det anbefales å vurdere metodikken som allerede er etablert av Nederland og Danmark.

Anbefaling: Det anbefales at Kystverket aktivt deltar i pågående prosjekter som angår arealbehov og sameksistens. Aktuelle prosjekter er:

- Samarbeidsforum for havvind (Havvindforum) opprettet av Olje og Energidepartementet. En av arbeidsgruppene har fokus på sameksistens. Kystverket kan innta rolle som observatør.
- «MARine CO-existence scenario building» (MARCO). MARCO er støttet av Forskningsrådet og skal pågå fra 2023 til 2026. Målet for prosjektet er å bygge et verktøysett og en kunnskapsdatabase som gjør det mulig å forene interesser som i utgangspunktet står mot hverandre i forhold til havvindutbygging. Indirekte angår dette arealplanlegging og Kystverket kan innta observatørrolle.

⁵ Maritime spatial planning (MSP)

4.6 Risikoidentifisering og styring

I arbeidet med å identifisere og vurdere sjøsikkerhetstiltak er det også avdekket områder med forbedringspotensialer innen risikoidentifisering og styring i Kystverket. Risikoidentifisering og styring omhandler hvilke verktøy, arbeidsprosesser og styringssystemer som Kystverket har for strategisk risikoidentifisering og risikohåndtering. Siden dette er mer internt anliggende, er disse anbefalingene levert separat fra denne rapporten. En oppsummering av disse anbefalingene er gitt under:

- Det anbefales at Kystverket jobber for en **helhetlig forvaltning og utvikling av digitale verktøy og datasett**. I arbeidet bør det ligge til grunn en klar strategi for utvikling og drift av digitale tjenester og databaser.
- Etablering av **ett system som tar inn dynamiske risikoindikatorer fra flere kilder**. Innen strategisk forebyggende sjøsikkerhetsarbeid er det viktig at tiden som går fra en negativ endring i risiko oppstår, til de oppdages og håndteres av Kystverket, er så kort som mulig. Inngangsparametere kan være VTS-inngripener, nesten-hendelser og ulykker fra SDU, risikoindikatorer fra AISyRisk, observasjoner registrert av los, etc.
- Opprette samarbeid med Sjøfartsdirektoratet om **kvalitetsheving og bruk av ulykkesdata i SDU**. Presentasjon av ulykker i SDU må tilpasses Kystverkets mandat. Dagens presentasjon i Kystinfo er utdatert, data er ikke tilstrekkelig kvalitetssikret og presentasjon er ikke skreddersydd Kystverket formål.
- Sikre **systematisk læring av hendelser og etablere fellesmetodikk for ulykkesgranskning og hendelsesrapportering**. I mange av analysene som er foretatt har man stoppet ved de direkte feilhandlingene, og ikke gått dypere inn i bakenforliggende årsaker.
- Etablering av **tiltaksdatabase** (digitalt bibliotek og visning i dynamisk geografisk informasjonssystem) for å få en oversikt over alle allerede gjennomførte tiltak og kommende/planlagte tiltak. Informasjonen er i dag delvis tilgjengelig i forskjellige rapporter og systemer.

5 REFERANSER

- [1] Riksrevisjonen (2023). Sjøfartsdirektoratets arbeid med å fremme gode arbeids- og levevilkår til sjøs. Dokument 3:9 (2022–2023).
- [2] Forskrift om vakthold på passasjer- og lasteskip
- [3] Kystverket (2023). Hendelser håndtert i 2022
- [4] Nærings- og fiskeridepartementet (2022) Utkast til overordnet strategi for maritim digital sikkerhet – tilleggsoppdrag om utredning av behovet for og eventuell etablering av et responsmiljø for maritim sektor. 20/10190-14.
- [5] Nærings- og fiskeridepartementet (2023) Etablering av responsmiljø for maritim sektor (SRM). 20/10190-16.
- [6] DNV (2017) Human centred design of alert management systems on the bridge
<https://www.sdir.no/sjofart/ulykker-risiko-og-sikkerhet/sikkerhetsutredninger-og-rapporter/tidligere-fokusomrader/human-centred-design-of-alert-management-systems-on-the-bridge/>
- [7] DNV (2023) Årsaksanalyse for ulykker med los og farledsbevis. Rapport Nr.: 2023-0259, Rev. 0



Om DNV

Vi er et globalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering med tilstedeværelse i over 100 land. Vårt formål er å sikre liv, verdier og miljøet. Med vår unike tekniske ekspertise og uavhengighet bistår vi våre kunder med å forbedre sikkerhet, effektivitet og bærekraft.

Enten vi godkjenner et nytt skipsdesign, optimerer energiproduksjonen fra en vindmøllepark, analyserer sensordata fra en gassrørledning eller sertifiserer verdikjeden til en matprodusent, hjelper vi våre kunder med å ta gode og riktige beslutninger og øke tilliten til virksomheten, produktene og tjenestene deres. Verden er i endring. Vi kan påvirke utviklingen. Sammen skal vi takle de globale utfordringene og omstillingene vi vil møte.



KYSTVERKET

Risiko 2060

Rev.B

Sammendrag

Tittel:	Risiko 2060
Forfattere:	Martin Skaugset og Haakon Akse Nordkvist
Dato:	17.11.2023
Rapport Nr:	
Sider:	17
ISBN papir:	
ISBN elektronisk:	
ISSN:	
Prosjekt:	Sjøsikkerhetsanalysen 2022
Prosjektleder:	Trond Langemyr
Emneord:	

Norsk sammendrag:

Risiko 2060 ser på utviklingen i navigasjonsulykker i norske farvann. Dette gjøres basert på prognosene fra arbeidet til NTP 2025-2036 for utseilt distanse. Gjennom denne analysen har det blitt utviklet en modell som gir mulighet til å visualisere forskjellige fremtidsscenario. Her presenteres seks ulike scenario. Disse scenarioene er: ulykkestrend uten tiltak, trend uten ytterligere tiltak fra Kystverket (Tiltak utenfor KYV), allerede besluttede tiltak og tre rammer fra NTP 2025-2036. Alt i alt tyder resultatene fra denne analysen på at tiltak med store virkningsområder, har størst effekt på sjøsikkerheten i Norge. Av tiltakene som inngår i analysen er de fire mest effektfulle antatt å ha sjøsikkerhetseffekt langs hele kysten.

Copyright © Kystverket

Denne publikasjonen er vernet i henhold til Åndsverkloven

Ved gjengivelse av materiale fra publikasjonen, må fullstendig kilde oppgis

Language of Report: Norwegian

Innhold

Sammendrag	ii
Innhold.....	1
1 Introduksjon	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Formål	7
1.3 Omfang og avgrensinger	7
1.4 Sentrale begrep	7
1.5 Forkortelser	8
2 Overordnet analytisk tilnærming	9
2.1 Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase.....	9
2.2 Utseilt distanse	9
2.3 Prognoser	9
2.4 Metode for å fremskrive risiko.....	9
2.5 Effektestimat for sjøsikkerhetstiltak	10
3 Analyse og resultater	12
3.1 Tilnærminger til effektestimat	12
3.2 Resultater	13
4 Referanser	17
Vedlegg A – Oversikt over regioner	ii
Vedlegg B – Oversikt over tiltak	iii
Vedlegg C – Skipstyper og størrelsesgrupper	v
Vedlegg D – Få/ingen historiske ulykker	vi
Vedlegg E – Lengdegruppe til bruttotonngruppe	vii

1 Introduksjon

Sjøsikkerhetsanalysen 2014 har dannet et viktig kunnskapsgrunnlag for Kystverkets prioriteringer. For å oppdatere kunnskapen fra denne analysen, er Sjøsikkerhetsanalysen 2022 utarbeidet med denne rapporten som en delrapport i leveransen. Analysen i denne rapporten skal belyse forventet utviklingen i sjøsikkerhet i norske havområder frem mot 2060. Rapporten skal inngå som en del av kunnskapsgrunnlaget for videre prioriteringer av sjøsikkerhetstiltak i Kystverket.

1.1 Bakgrunn

I denne analysen tar Kystverket sikte på å analysere potensielle risikotrender knyttet til navigasjonsulykker frem mot år 2060. Navigasjonsulykker i denne sammenheng inkluderer grunnstøtninger og kollisjoner mellom fartøy. Sjøtransport spiller en avgjørende rolle i den globale handelen, og er et vesentlig bindeledd for økonomisk vekst og utvikling. Sjøfarten har, som alle transportformer, en risiko forbundet med aktiviteten. Uønskede hendelser kan få store konsekvenser for liv, helse, miljø, natur og økonomi. Det er derfor viktig å beskrive forventet utvikling fremover, for å kunne innføre nødvendige tiltak for å sikre en trygg og bærekraftig sjøtransport. Denne analysen inngår i Sjøsikkerhetsanalysen 2022 og benytter resultatene fra Virkningsanalysen i dette arbeidet [1].

1.2 Formål

Formålet med denne analysen er å se den fremtidige trenden for navigasjonsulykker i norske farvann, og se hvordan denne påvirkes av forskjellige faktorer og tiltak. Tiltakene som inkluderes i denne analysen, er i hovedsak i Kystverkets virkemidler, men enkelte virkemiddel utenfor Kystverket er også inkludert. Samlet inngår dette som en del av Kystverkets kunnskapsgrunnlag for planlegging, prioritering og dimensjonering av fremtidige sjøsikkerhetstiltak.

1.3 Omfang og avgrensinger

Tiltakene (også kalt virkemiddel) innenfor Kystverket, som vurderes for å bedre sjøsikkerheten, begrenses til:

- Utbyggingsprosjekt – Med merking og/eller utdyping
- Sjøtrafikksentraler – Utvidelse eller etablering
- Digitale ruter (RouteInfo)
- IALA standardisering av sektorlykter
- E-navigasjon
- Dynamisk risikoovervåkning

Utbyggingsprosjektene som er inkludert i denne analysen, inngår enten i Kystverkets besluttede tiltak eller som innspill til Nasjonal Transportplan 2025-2036 [2]. Dette betyr at sjøsikkerhetseffekt fra annen fremtidig teknologi, som autonomi, ikke er hensyntatt i denne analysen. En oversikt over tiltakene som inngår i analysen kan sees i Vedlegg B.

Gjennom denne analysen benyttes en framskrivning av ulykkestrenden basert på prognoser for utseilt distanse i norske farvann. Prognosene som benyttes i dette arbeidet er de samme som i Kystverkets innspill til NTP 2025-2036.

Det er viktig å merke seg at denne analysen bygger videre på Virkningsanalysen og tidligere analyser for effekt av tiltak. Resultatene er ment å gi et grunnlag for informerte beslutninger og tiltak.

1.4 Sentrale begrep

Det er flere sentrale begrep som er fundamentale for den gjennomførte analysen. Det første begrepet som er viktig å presisere, er hva som inngår når en «ulykke» omtales i denne

rapporten. Ulykker i denne analysen inkluderer navigasjonsulykker, grunnstøtninger og kollisjoner mellom fartøy innenfor grunnlinjen, som rapporteres til Sjøfartsdirektoratet¹. Ulykker med fritidsfartøy utelatt fra analysen. Dette kommer av to årsaker. For det første er det knyttet større usikkerhet til rapporteringen av ulykker for fritidsflåten enn til næringsflåten. For det andre er fritidsflåten i liten grad underlagt krav om AIS, noe som fører til stor usikkerhet knyttet til utseilt distanse for gruppen.

Begrepene “tiltak” og “virkemiddel” er sentrale for denne analysen. Et tiltak er i denne rapporten definert som implementering av et eller flere virkemiddel i sammenheng for å oppnå en større sjøsikkerhetseffekt for til nytte for en eller grupper i samfunnet. Eksempel på virkemiddel er sjømerking eller VTS. Et tiltak vil da være etablering av ett eller flere sjømerker, og/eller etablering av en VTS.

I denne rapporten benyttes begrepet «skippsgruppe» som en kombinasjon av skipstype og størrelsesgruppe. Det betyr at en skippsgruppe for eksempel kan være fiskefartøy mellom 1000 og 5000 bruttotonn. Det er dermed inntil 105 skippsgrupper i analysen, siden den er basert på 15 forskjellige skipstyper og sju bruttotonngrupper. I praksis vil det ikke finnes fartøy i alle disse gruppene, så det reelle antallet skippsgrupper som inngår i analysen er lavere enn 105. En oversikt over skipstypene som inngår i analysen kan sees i Tabell 2. Størrelsesgruppene benyttet i analysen er presentert i Tabell 3.

Et sentralt begrep i denne analysen vil være det som senere er omtalt som «ulykkestilbøyelighet». Dette beskriver utseilt distanse per ulykke for en eller flere skippsgrupper. Videre gir dette et mål som forteller noe om gjennomsnittlig distanse en gitt skippsgruppe seiler for hver ulykke de er involvert i.

1.5 Forkortelser

AIS	Automatisk identifikasjonssystem (Automatic Identification System)
BNWAS	Brovaktalarm (Bridge Navigation Watch Alarm System)
BT	Bruttotonn
ECDIS	Geografisk informasjonssystem og elektronisk sjøkart-system
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
MSP	Maritime Service Portfolio
NTP	Nasjonal transportplan
SDU	Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase
VTS	Sjøtrafikksentral (Vessel Traffic Services)

¹ <https://www.sdir.no/sjofart/ulykker-risiko-og-sikkerhet/meld-inn-ulykker/melding-og-rapportering-av-ulykker-og-hendelser/>

2 Overordnet analytisk tilnærming

I dette kapittelet vil de sentrale datakildene til denne analysen, samt grunnleggende metodikk og fremgangsmåte, presenteres. De sentrale datakildene i dette arbeidet er Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU), utseilt distanse fra AISyRisk, og prognoser fra arbeidet mot NTP 2025-2036.

2.1 Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase

Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase (SDU) inneholder en oversikt over registrerte ulykker i Norge og for norsk flaggede skip tilbake til 1981. SDU har i denne analysen blitt brukt for å evaluere ulykkestilbøyelighet (Utseilt distanse per ulykke) for de ulike skipsgruppene. I tillegg brukes SDU for å se på den geografiske fordelingen av ulykker i Norge.

For å gjøre betraktninger om den geografiske fordelingen av ulykker i Norge, har det tidligere blitt gjort et arbeid i Kystverket for å verifisere koordinatene som er oppgitt i SDU. Dette arbeidet er gjennomført med en kombinasjon av maskinell og manuell gjennomgang. På grunn av flere forskjellige faktorer, er en slik verifikasjon av koordinatene krevende. Så i hovedsak blir de originale koordinatene benyttet i denne analysen. Det er dermed kun i tilfeller det finnes tydelige feil eller mangler, at alternative koordinater benyttes. Videre er det særlig eldre ulykker som er konvertert fra den gamle ulykkesdatabasen (DAMA frem til 2005/2006) til den gjeldende ulykkesdatabasen (SDU) som har mest feil. De utgjør imidlertid en mindre del av datagrunnlaget i analysen..

Noen skipsgrupper har historisk sett få ulykker. Det gjør at det er behov for å benytte lengre årserier med ulykkesdata. I denne analysen brukes derfor ulykker tilbake til år 2000. Videre benyttes kun grunnstøtning og kollisjoner, med noen få unntak som manuelt har blitt ekskludert fra utvalget grunnet liten relevans til analysen².

2.2 Utseilt distanse

Utseilt distanse er sentralt for tilnærmingen med å estimere ulykkestilbøyeligheten for skipsgruppene. I denne analysen er det brukt utseilt distanse hentet fra AISyRisk i tidsrommet fra 2015 til 2022. Disse dataene kommer fra prosessering av AIS-data, og gir utseilt distanse på en 10x10 km oppløsning. Grunnet liten variasjon i dataene, ble det hentet data fra 2015, 2019, 2020 og 2022 for å fange opp effekter fra Covid-19. Videre har det blitt interpolert mellom disse dataene for å fylle ut de resterende årene i tidsserien.

2.3 Prognoser

For å kunne fremskrive utseilt distanse mot 2060, blir de samme prognosene som ligger til grunn i alle Kystverkets leveranser til NTP 2025-2036 benyttet. De ordinære prognosene til Kystverket har en litt ulik kategorisering enn AISyRisk, og baserer seg på lengdegrupper istedenfor bruttotonngrupper som i AISyRisk. Derfor har skipstypene i Kystverkets prognoser blitt koblet sammen med AISyRisk sine skipstyper via StatCode5, så nært som mulig. Det kan ikke bli helt presist da kategoriseringene er ulike.

For å gjøre om prognosene til å gjelde bruttotonngrupper i stedet for lengdegrupper, er det utarbeidet en metodikk som presenteres i Vedlegg E. Denne metodikken gir et godt estimat på hvilken prognose som skal benyttes for hver enkelt skipsgruppe som inngår i analysen.

2.4 Metode for å fremskrive risiko

For å etablere dagens ulykkesnivå har SDU (Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase) blitt benyttet. Data fra 2000 frem til og med 2022 har blitt brukt i denne analysen, for å ha et stort nok grunnlag til å fordele ulykkesfrekvens på de forskjellige skipsgruppene. Med

² Ulykker med cruiseskip som ikke har oppstått under navigasjon

ulykkesfrekvensene og utseilt distanse per skipsgruppe kan man beregne ulykkestilbøyelighet for hver enkel skipsgruppe, også fordelt ned på regionsnivå.

Basert på prognosene for utseilt distanse blir ulykkesfrekvenser for de ulike skipsgruppene fremskrevet. For hver skipsgruppe, blir ulykkesfrekvensen fremskrevet med de samme vekstratene som NTP prognosene for utseilt distanse. Videre for å kunne estimere ulykkestrenden mot 2060, er planlagte og besluttede sjøsikkerhetstiltak et viktig moment. Dette inkluderer både virkemiddel innenfor og utenfor Kystverkets portefølje. I Vedlegg B er det en oversikt over tiltakene som er inkludert i denne analysen.

På grunn av få eller ingen ulykker for enkelte skipsgrupper, kreves det noen unntak fra den rene tilnærming mellom utseilt distanse og ulykker. Dette gjelder særlig skip over 10 000 bruttotonn. Det ble derfor valgt å slå sammen den utseilte distansen og ulykkene for skip over 10 000 bruttotonn, da disse har få ulykker totalt sett. For disse, har det derfor blitt estimert en felles ulykkestilbøyelighet, og den totale ulykkesfrekvensen har blitt fordelt utover alle skipstyper over 10 000 bruttotonn basert på utseilt distanse. Gjennom dette arbeidet, har det blitt observert at utseilt distanse er godt korrelert med ulykkesfrekvenser for både regioner og skipsgrupper. Disse funnene vil bli presentert i «Sammenlikningsstudie mellom AISyRisk og SDU», ved et senere tidspunkt etter at arbeidet med Sjøsikkerhetsanalysen 2022 er ferdigstilt. Dermed anses dette som et godt alternativ for skip over 10 000 bruttotonn, hvor det er få registrerte ulykker.

Det er også gjennomført en liknende tilnærming for et fåtall skipsgrupper under 10 000 bruttotonn, som historisk hadde få eller ingen ulykker. For disse skipsgruppene har den mest representative skipsgruppen sin ulykkestilbøyelighet blitt benyttet og multiplisert med utseilt distanse for å få en sannsynlig ulykkesfrekvens. For de skipsgruppene det gjelder, er det fortsatt snakk om en lang returperiode per ulykke. Dette gjør at den totale ulykkesfrekvensen går noe opp i forhold til kun historiske ulykker, men siden dette kun gjelder noen få skipsgrupper fører det ikke til noen signifikant forskyvning av resultatene. Skipsgruppene dette gjelder kan sees i Tabell 4.

2.5 Effektestimat for sjøsikkerhetstiltak

Som tidligere nevnt, er effekten av planlagte og besluttede tiltak innenfor og utenfor Kystverket et essensielt aspekt når det skal lages en modell for å se på risikotrenden frem mot 2060. For å begrense omfanget av sjøsikkerhetstiltak, er det valgt å fokusere på virkemiddel som inngår i Virkningsanalysen [1], sammen med planlagte og besluttede tiltak i Kystverket, som har kvantitative analyser.

Dette inkluderer tiltak som nylig har blitt gjennomført, tiltak som er under gjennomføring, og ikke oppstartede prosjekt som er besluttet gjennomført. Utbyggingsprosjekt i Kystverket som inngår i Kystverkets innspill til Nasjonal Transportplan (NTP 2025-2036) er også inkludert som forskjellige baner i denne analysen.

Effektestimatene for besluttede tiltak er blitt sammenstilt av DNV, og kan sees i Vedlegg B. For å estimere effekt av implementasjon eller utvidelse av VTS, brukes effekttallene fra Virkningsanalysen [1]. Det samme gjelder for sjøsikkerhetseffekt knyttet til E-navigasjon, som i denne analysen er delt opp i effekt utenfor Kystverkets sektoransvar og effekt innenfor Kystverkets portefølje (E-navigasjon/MSP). Effekt av etablering av digitale ruter er et tiltak innenfor E-navigasjon/MSP som også er inkludert i analysen, men effektestimatet av dette tiltaket har noe større usikkerhet knyttet til seg. Denne usikkerheten kommer av usikkerhet rundt utvikling og utforming av virkemiddelet.

For å hensynta at det har vært betydelige endringer i estimert sjøsikkerhetsvirkning i Kystverkets innspill til NTP 2025-2036, sammenliknet med tidligere leveranser, er det gjort endringer i estimert effekt for to tiltakspakker som inngår i besluttede tiltak. Dette gjelder for

tiltak i Raftsundet og Tjeldsundet, da sjøsikkerhetseffekten av disse var langt større enn det som kunne ventes fra tiltak i nåværende utbyggingsportefølje. Sammenliknet med de nyeste analysene, har disse tiltakene fortsatt god effekt, men sjøsikkerhetseffekten er justert ned sammenliknet med de originale analysene.

Siden denne analysen benytter data om utseilt distanse fra AISyRisk, benyttes også bruttotonngruppene som finnes i disse dataene. I ulykkesdataene fra SDU er det i stor grad oppgitt bruttotonnasje, men i noen tilfeller mangler dette. Skipene uten oppgitt bruttotonnasje blir lagt i kategorien "under 1000 BT", siden en manuell kontroll av et utvalg av disse antyder at dette i all hovedsak gjelder mindre fartøy.

3 Analyse og resultater

Dette kapittelet presenterer resultatet av analysen «Risiko 2060», som Kystverket har utført med støtte fra DNV. Det er gjennomført en framskriving av dagens risikonivå basert på en lineær sammenheng mellom utseilt distanse og ulykkesfrekvens, dvs at forholdet mellom ulykker og utseilt distanse er konstant over tid med mindre det påvirkes av virkemidler. Andre tilnærminger, som bruk av data fra AISyRisk er blitt vurdert, men gjennom arbeidet har funn antydnet behov for en annen tilnærming. Disse funnene vil bli presentert i «Sammenlikningsstudie mellom AISyRisk og SDU», som vil bli utarbeidet etter at Sjøsikkerhetsanalysen 2022 er ferdigstilt.

Det kan observeres at sammenhengen mellom utseilt distanse og ulykkesfrekvens historisk ikke har hatt en lineær sammenheng. Dette kan komme av mange forskjellige faktorer, som sjøsikkerhetstiltak gjennomført både innenfor og utenfor Kystverket. Siden disse sammenhengene er meget komplekse, er det ikke mulig å hensynta disse fullstendig.

Basert på denne analysen, har det blitt utviklet en modell som tar sikte på å estimere ulykkesfrekvensen i fremtiden, gitt forskjellige tiltaksbaner. Denne modellen tilbyr en høy grad av fleksibilitet, og som gjør det mulig å estimere ulykkestrenden i fremtiden med ulike tiltak, forutsatt at disse tiltakene allerede har en estimert effekt på sjøsikkerheten. Denne effekten kan uttrykkes som enten en absolutt endring i antall ulykker eller som en prosentvis endring.

Denne modellen gir muligheten til å vurdere sjøsikkerheten over en tidsperiode, samtidig som den tar hensyn til ulike strategier for forbedring av sjøsikkerheten. Disse strategiene kan omfatte en rekke tiltak, som teknologiske forbedringer, endringer i operasjonelle prosedyrer, opplæring av mannskap, eller andre forhold som endrer risikoen for ulykker til sjøs.

3.1 Tilnærminger til effektestimat

Effektestimatene som benyttes i denne analysen har ulike begrensninger og virkeområder. I modellen må dette derfor tilpasses til de forskjellige tiltakstypene. Videre i dette delkapittelet blir derfor disse tilnærmingene presentert for de forskjellige tiltakene. Alle tiltak i denne analysen er enten lagt til som en regional eller nasjonal effekt. Inndelingen av regioner kan sees i Figur 3. Dette betyr at lokale tiltak blir skalert til en sjøsikkerhetseffekt som påvirker sin respektive region. For nasjonale tiltak blir effekten tillagt alle regioner.

Alle tiltak i analysen forutsettes å være uavhengig av hverandre. Det betyr at sjøsikkerhetseffekten i en region kan uttrykkes som:

$$\prod_{i=1}^n \left(1 - \frac{t_i}{100}\right)$$

Hvor t_i [%] er sjøsikkerhetseffekten av et tiltak i en region og n er antallet sjøsikkerhetstiltak i regionen. Dette gjør at sjøsikkerhetseffekten av et ekstra tiltak blir noe lavere enn hva tiltaket ville hatt isolert. Denne effekten kommer av at én ulykke ikke kan unngås flere ganger, altså for å unngå dobbelttelling av sjøsikkerhetseffekt. Denne beregningen gjøres for hver enkelt region i alle tiltaksbaner.

IALA-standardisering av sektorlykter er i denne analysen satt til å redusere risiko for grunnstøtninger med 3% som i tidligere analyser, og er ikke vurdert til å redusere antallet kollisjoner. Dette gjøres ved å justere effektestimatet fra IALA-standardisering med andelen navigasjonsulykker som er grunnstøtninger. For ulykkene som inngår i denne analysen, gir dette omtrent 90% grunnstøtninger og 10% kollisjoner. Dette er etablert basert på nasjonale ulykkestall, og er antatt tilnærmet lik for alle regionene som inngår i analysen.

VTS har i denne analysen blitt ilagt en effekt på 25% [1]. Som nevnt blir alle effektestimater lagt på regioner, og for implementasjon av VTS så må det tillegges en skaleringsfaktor som hensyntar at virkeområdet ikke er helt i samsvar med regionene. Denne skaleringsfaktoren estimeres ved å finne antallet ulykker innenfor det foreslåtte virkeområdet i forhold til antall ulykker i hele regionen.

For E-navigasjon/MSP er det behov for å hensynta kravet til å ha ECDIS ombord. I dag har passasjerskip over 500 BT og andre fartøy over 3000 BT et bærekraftskrav. Denne filtreringen er det ikke mulig å implementere med de underliggende dataene for utseilt distanse. Dette gjør at effekten av dette tiltaket blir tilnærmet til å ha effekt for fartøy over 1000 BT for alle skips kategorier. Dette fører til at effekten blir tillagt for få passasjerskip og for mange for øvrige skipstyper³. Effektestimater fra E-navigasjon/MSP er gjennom samtaler mellom Kystverket og DNV, satt til 7% i denne analysen. Totalt i denne analysen er E-navigasjonstiltak estimert med 11% nasjonal effekt. I dette effektetallet inngår RouteInfo, E-navigasjon/MSP, og E-navigasjonstiltak som ligger utenfor Kystverket.

Dynamisk risikoovervåking er ikke estimert å ha effekt i VTS-områder utover det en VTS har innenfor sitt dekningsområde i dag. For hver region gjøres det dermed den motsatte operasjonen av andel ulykker for VTS. Her legges dermed effekten til den andelen ulykker som skjer utenfor dekningsområde til en VTS, og er ikke estimert å ha noen risikoreduserende effekt innenfor dekningsområdene. I tillegg til dekningsområdene til allerede etablerte sjøtrafikksentraler, er de planlagte og besluttede virkningsområdene for Kinn, Ålesund til Kristiansund og Kristiansund til Trondheim brukt for å tillegge effekten av dynamisk risikoovervåking. Det er valgt for å unngå dobbelttelling av sjøsikkerhetseffekt. Dynamisk risikoovervåking har tidligere blitt estimert til å kunne ha liknende sjøsikkerhetseffekt som VTS. Dette effektetallet er, som tidligere nevnt, 25%. I denne analysen er dynamisk risikoovervåking lagt inn i modellen med en 5%-reduksjon av ulykker utenfor VTS-områder. Dette er tiltenkt å gi et konservativt estimat, som blant annet reflekterer usikkerheten rundt denne effekten.

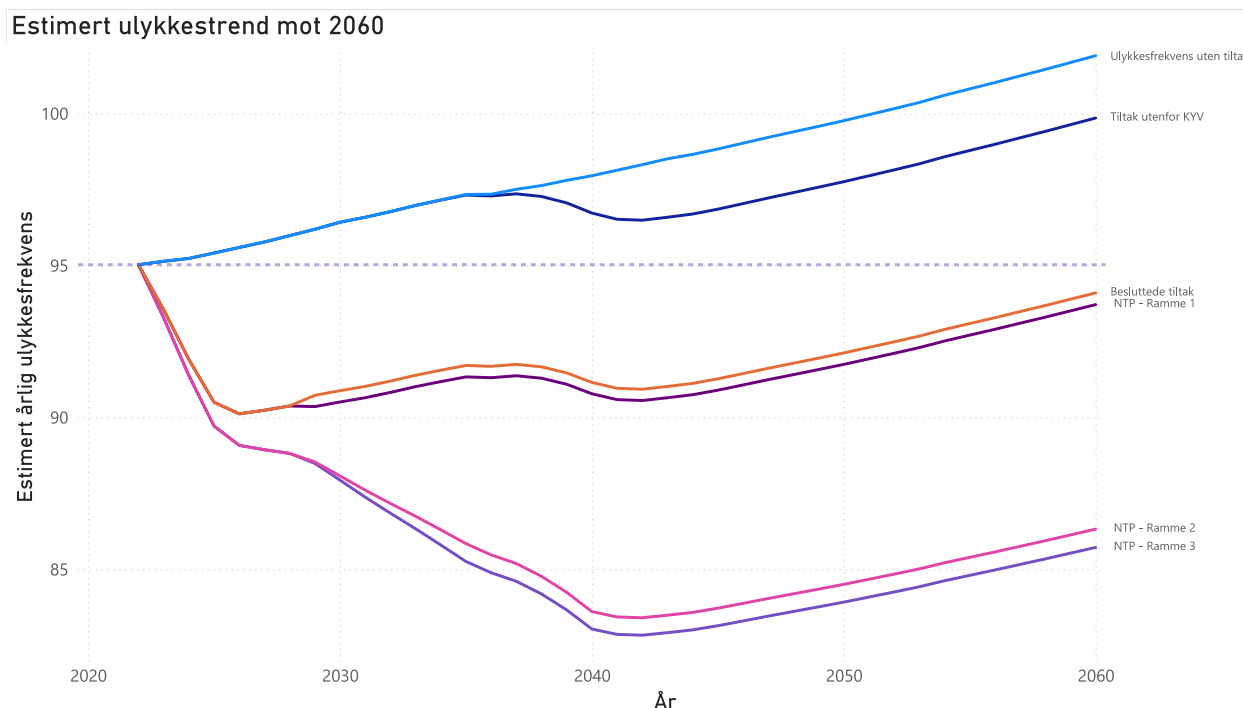
Utbyggingstiltak er farledsprosjekter som normalt sett omfatter nye sjømerker, ofte i kombinasjon med utdypinger i farled, hvor formålet er å bedre sjøsikkerheten og sikre en effektiv sjøtransport. Virkningen av disse tiltakene har en absoluttverdi på ulykkesfrekvensen i implementeringsåret, og må konverteres til prosenteffekter i regionen for å passe inn i risikomodellen. Dette gjøres ved å se på absoluttvirkningen for hvert enkelt tiltak i forhold til ulykkesfrekvensen i regionen. Flere utbyggingstiltak innen en region fører til at den samlede sjøsikkerhetseffekten underestimeres noe. Dette er fordi modellen anser alle tiltak som regionsdekkende. Det fører til en overlapp mellom tiltaksområder, som for utbyggingstiltak ikke stemmer. Videre fører dette til at man tar produktet av effektene, selv om de skulle blitt summert. Siden effektestimater fra utbyggingsprosjektene generelt er lave, i forhold til den regionale ulykkesfrekvensen, vil dette likevel ikke føre til en signifikant underestimering. Konverteringen til prosenteffekter medfører at tiltakene ikke bare har en konstant effekt over tid, men at virkningen skaleres etter den estimerte trafikkveksten i regionen.

Hvis et tiltak har en forventet ulykkesfrekvensreduksjon på 0,6 årlig i en region med 30 ulykker årlig tilsvarer dette en regional prosenteffekt på 2%. Med underestimeringen, som beskrevet over, ville to slike tiltak ha fått en samlet effekt på 3,96% istedenfor 4,0%. Med absoluttverdiene som vist i Tabell 1 så er det klart at dette ikke påvirker noen av funnene i denne analysen.

3.2 Resultater

³ Selv om kravet til ECDIS har et innslagspunkt på 3000BT for lasteskip, utelukker ikke dette at en betydelig andel av skip under 3000BT benytter utstyret frivillig.

Resultatet fra denne analysen er tiltenkt å understøtte avgjørelser knyttet til sjøsikkerhetstiltak. Analysen har derfor blitt utarbeidet for flere ulike tiltaksbaner, basert på Kystverkets portefølje av virkemiddel. Tiltak utenfor Kystverkets portefølje og besluttede tiltak innenfor Kystverkets portefølje ligger derfor til grunn for de andre tiltaksbanene, som inneholder tiltak Kystverket har spilt inn til NTP i ulike rammealternativer, men som ikke er besluttet på nåværende tidspunkt.



Figur 1 Estimerte ulykkestrender mot 2060, merk at den tydelig og sterke reduksjonen som starter i år null for alle NTP-rammene er et resultat av allerede besluttede tiltak

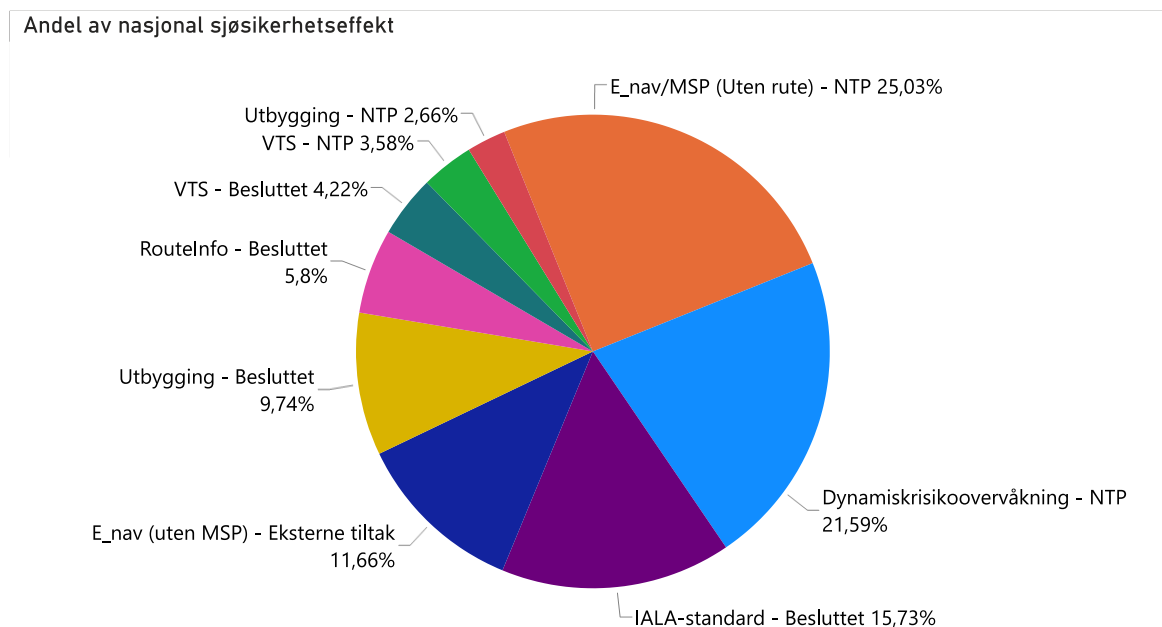
Den øverste lyseblå streken indikerer det estimerte ulykkesnivået frem mot 2060, hvis det ikke gjennomføres noen ytterligere sjøsikkerhetstiltak, enn de som allerede er implementert i dag. Tiltak som nylig er blitt gjennomført er valgt lagt i banen for besluttede tiltak, da sjøsikkerhetseffekten fra disse ikke blir hensyntatt i historiske ulykker bakover i tid. I disse resultatene legges det til grunn at tiltak utenfor Kystverket blir gjennomført uavhengig av andre tiltak.

Alle tiltaksbanene som inkluderer besluttede tiltak i Kystverket ser ut til å forbedre sjøsikkerhetsnivået nasjonalt til å bli bedre enn det er i dag. Dette henger sammen med at det er estimert at de besluttede tiltakene har god effekt. Videre ser man relativt liten forskjell mellom de allerede besluttede tiltakene og NTP ramme 1. Forskjellen på disse banene er 15 tiltakspakker, som totalt ikke er estimert å påvirke det nasjonale ulykkesnivået i stor grad. Dette kan likevel være tiltak som har god effekt i de lokale områdene de er planlagt gjennomført.

For NTP ramme 2 ser man en betydelig sjøsikkerhetseffekt. Dette kommer av at denne rammen inkluderer de to mest effektfulle tiltakene som inngår i modellen. Både E-nav/MSP (uten digitale ruter, som er inkludert i besluttede tiltak) og dynamisk risikoovervåking er nasjonale tiltak med store virkeområder.

Forskjellen på NTP ramme 2 og ramme 3 kommer i hovedsak fra effekten av etablering av VTS med virkeområde fra Kristiansund til Trondheim. I tillegg til dette, inneholder denne rammen fire tiltakspakker med en samlet absolutt frekvensendring på 0,05, og som ikke vil skape en betydelig endring i det nasjonale ulykkesbildet.

Ulykkestrenden ser ut til å være noe stigende etter 2040. Dette kommer av at tiltakene som er besluttet, eller planlagt, er estimert fullstendig innfaset før dette tidspunktet og at ulykkestrenden er antatt å følge utviklingen i trafikkmengde. Tiltaksbanene vil i dette tilfellet følge samme type utvikling som banen uten sjøsikkerhetstiltak. Stigningen på disse banene er lavere enn banen uten sjøsikkerhetstiltak, som følge av at tiltakene også vil begrense økningen i ulykker noe.



Figur 2 Andel av total sjøsikkerhetseffekt per virkemiddel. Disse andelene gjelder NTP ramme 3, for å inkludere alle tiltak i analysen.

Fra Figur 2 kan man se at det i hovedsak er tiltakene med nasjonal effekt som er estimert å gi den største sjøsikkerhetseffekten. Dette virker rimelig da dette er tiltak som påvirker mange forskjellige skip og dermed også påvirker flest ulykkeskandidater. Det er også tydelig at besluttede utbyggingsprosjekt er estimert å ha betydelig større sjøsikkerhetseffekt enn de som er planlagt i innværende NTP. Det betyr ikke nødvendigvis at effekten av disse tiltakene er mye bedre enn de som er planlagt, siden det er forskjellig metodikk som ligger til grunn for effektestimaterne fra disse.

De fire mest effektfulle tiltakene er estimert å ha en nasjonal virkning. Hver av disse tiltakene har andre begrensninger som er presentert i delkapittel 3.1. Selv om effekttallene til disse tiltakene tilsynelatende ikke er veldig høye, gjør det at effekten ilegges en stor andel av trafikken at sjøsikkerhetseffekten likevel blir høy.

4 Referanser

- [1] DNV, «Risikoreduserende effekt av sjøsikkerhetstiltak,» 2023.
- [2] Kystverket, «Kystverkets forslag til prioritering av ressursbruk i perioden 2025-2036,» Kystverket, Ålesund, 2023.



KYSTVERKET

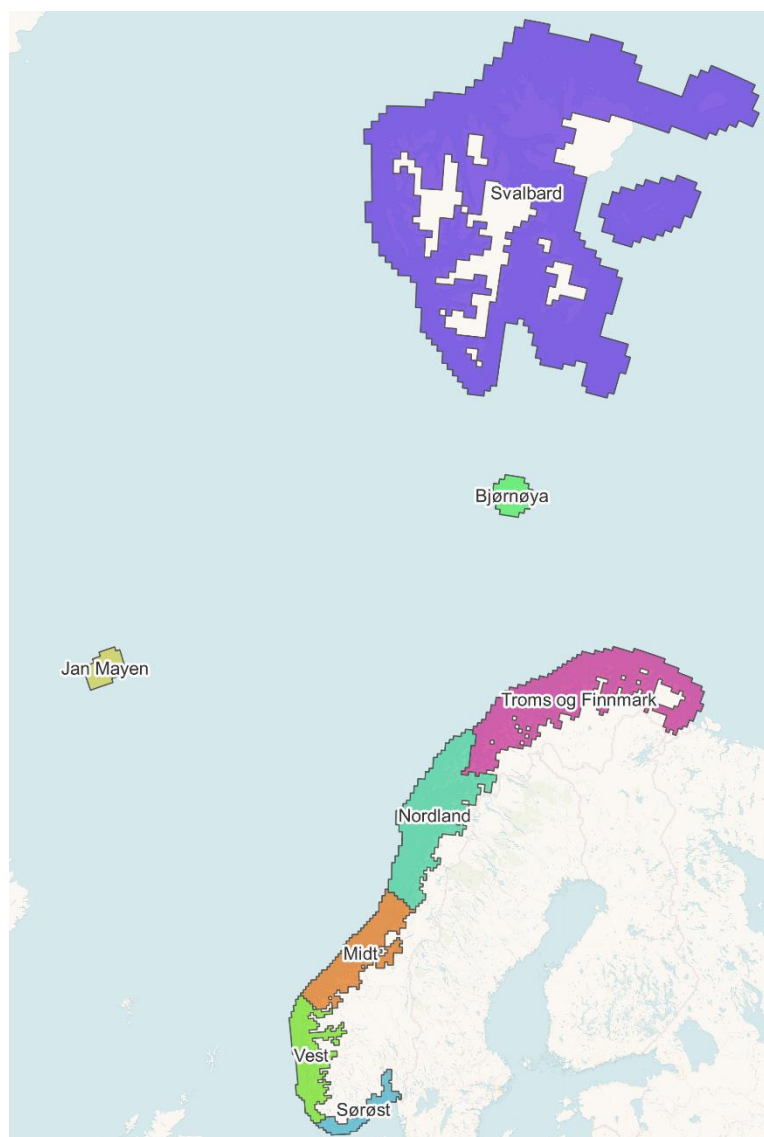
<https://www.kystverket.no>

post@kystverket.no

Sentralbord: 07847

Postadresse: Kystverket, p.b. 1502, 6025 Ålesund

Vedlegg A– Oversikt over regioner



Figur 3 Oversiktskart over regionene brukt i analysen

Vedlegg B– Oversikt over tiltak

Tabell 1 Oversikt over navn på tiltak, sjøsikkerhetseffekt, region og hvilket scenario de forskjellige tiltakene inngår i.

Navn på tiltak	Estimert effekt	Enhet	Region	Scenario
Omlegging til IALA-standard	3	%	Alle	Besluttet
Digitale ruter	1	%	Alle	Besluttet
Kinn VTS	25	%	Vest	Besluttet
Innseiling Grenland	0,268	Ulykker /år	Sørøst	Besluttet
Innseiling Bodø	0,0015	Ulykker /år	Nordland	Besluttet
AIS Svalbard	25	%	BJ_JM_SV	Besluttet
Bergen-Sture	0,036	Ulykker /år	Vest	Besluttet
Fedjefjorden-Fensfjorden-Djuposen	0,039	Ulykker /år	Vest	Besluttet
Risøysundet og Risøyrenna	0,35	Ulykker /år	Nordland	Besluttet
Svolvær - Raftsundet	0,150	Ulykker /år	Nordland	Besluttet
Stamsund-Svolvær	0,06	Ulykker /år	Nordland	Besluttet
Sortlandsundet	0,03	Ulykker /år	Nordland	Besluttet
VTS fra Kinn til Kristiansund	25	%	Midt	Besluttet
Bognes - Tjeldsundet - Harstad	0,241	Ulykker /år	Troms og Finnmark	Besluttet
Toppsundet	0,13	Ulykker /år	Troms og Finnmark	Besluttet
Harstad-Finnsnes	0,1	Ulykker /år	Troms og Finnmark	Besluttet
Stad Skipstunnel	-0,23	Ulykker /år	Vest	Besluttet
Utvidelse av VTS rundt Stad	25	%	Vest	Besluttet
VTS fra Kristiansund til Trondheim	25	%	Midt	Besluttet
E-navigasjon (Med MSP)	7	%	Alle	Ramme 2 - NTP
E-navigasjon (Uten MSP)	3,3	%	Alle	Eksterne tiltak
Dynamiskrisikoovervåkning	5	%	Alle	Ramme 2 - NTP
TP001 Larvik-Færder, Indre hovedled	-0,001	Ulykker /år	Sørøst	Ramme 1 - NTP
TP002 Færder	0,012	Ulykker /år	Sørøst	Ramme 3 - NTP
TP004 Håøya	0,009	Ulykker /år	Sørøst	Ramme 1 - NTP

TP005 Innseiling Moss	0,001	Ulykker /år	Sørøst	Ramme 1 - NTP
TP006 Innseiling Halden	0,008	Ulykker /år	Sørøst	Ramme 1 - NTP
TP009 Gjennomseiling Torsbergrenna	0,001	Ulykker /år	Sørøst	Ramme 1 - NTP
TP010 Innseiling Arendal	0,001	Ulykker /år	Sørøst	Ramme 1 - NTP
TP013 Innseiling Stavanger	0,001	Ulykker /år	Vest	Ramme 1 - NTP
TP014 Karmsundet	0,004	Ulykker /år	Vest	Ramme 1 - NTP
TP015 Feistein-Tungenes	0,003	Ulykker /år	Vest	Ramme 3 - NTP
TP016 Nordlig innseiling Haugesund	0,023	Ulykker /år	Vest	Ramme 1 - NTP
TP021 Innseiling Vågen	0,006	Ulykker /år	Vest	Ramme 1 - NTP
TP026 Mortingbåane	0,264	Ulykker /år	Vest	Ramme 1 - NTP
TP027 Innseiling Florø	0,000	Ulykker /år	Vest	Ramme 1 - NTP
TP029 Skatestraumen-Fåfjorden-Vågsfjorden-Måløy sør	0,053	Ulykker /år	Vest	Ramme 1 - NTP
TP030 Ulvesundet-Sildefjorden	0,007	Ulykker /år	Vest	Ramme 3 - NTP
TP032 Innseiling vest Ålesund	0,016	Ulykker /år	Midt	Ramme 1 - NTP
TP039 Dolmsundet	0,031	Ulykker /år	Nordland	Ramme 3 - NTP
TP040 Innseiling Mo i Rana	0,004	Ulykker /år	Nordland	Ramme 1 - NTP

Vedlegg C– Skipstyper og størrelsesgrupper

Tabell 2 Oversikt over skipstyper som inngår i analysen

Skipstyper
Andre aktiviteter
Andre offshore serviceskip
Bulkskip
Cruiseskip
Fiskefartøy
Gasstankere
Kjemikalietankere
Kjøle-/fryseskip
Konteinerskip
Offshore supplyskip
Passasjerskip
Produkttankere
Ro-Ro lasteskip
Råoljetankere
Stykkgodsskip

Tabell 3 Oversikt over størrelsesgrupper som inngår i analysen

Størrelsesgrupper
< 1000 GT
1000 - 4999 GT
5000 - 9999 GT
10000 - 24999 GT
25000 - 49999 GT
50000 - 99999 GT
>= 100000 GT

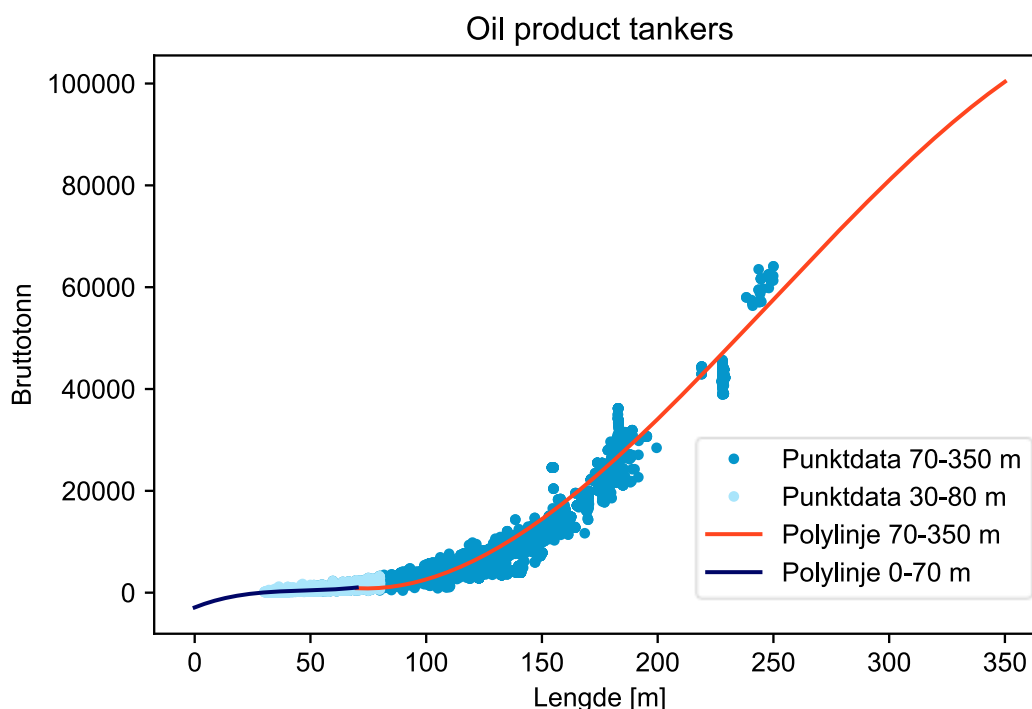
Vedlegg D– Få/ingen historiske ulykker

Tabell 4 Oversikt over skipsgrupper og benyttet representativ gruppe

Få/ingen ulykker		Representativ gruppe	
Skipstype	Størrelsesgruppe	Skipstype	Størrelsesgruppe
Cruiseskip	1000 - 4999 GT	Passasjerskip	1000 - 4999 GT
Cruiseskip	5000 - 9999 GT	Passasjerskip	5000 - 9999 GT
Cruiseskip	< 1000 GT	Passasjerskip	1000 - 4999 GT
Fiskefartøy	5000 - 9999 GT	Stykkgodsskip	5000 - 9999 GT
Kjøle-/fryseskip	< 1000 GT	Stykkgodsskip	< 1000 GT
Offshore supplyskip	< 1000 GT	Andre offshore serviceskip	< 1000 GT
Ro-Ro lasteskip	< 1000 GT	Stykkgodsskip	< 1000 GT
Offshore supplyskip	5000 - 9999 GT	Offshore supplyskip	1000 - 4999 GT
Andre aktiviteter	5000 - 9999 GT	Stykkgodsskip	5000 - 9999 GT
Andre offshore serviceskip	5000 - 9999 GT	Offshore supplyskip	1000 - 4999 GT
Kjøle-/fryseskip	5000 - 9999 GT	Stykkgodsskip	5000 - 9999 GT

Vedlegg E– Lengdegruppe til bruttotonngruppe

Lengdegruppene blitt konvertert til bruttotonngrupper ved å parametrisere skipsregisterdata med tredjegradspolynomer for hver skipstype med tre lengdefilter. I bildet under så illustreres det hvordan dataene ser ut med to lengdefilter, 30–80meter og 70–350meter for skipstypen *Oil product tankers*.



For selve konverteringen er det som nevnt 3 lengdefilteret hvor de to første benyttes for lengdegruppene 0–30 og 30–70, og så benyttes det samme lengdefilteret for alle lengdegrupper fra og med 70–100meter, se Tabell 5.

Tabell 5 Lengdefiltre for lengdegrupper som brukes i parametriseringen fra lengde til bruttotonn.

Lengdegruppe [m]	Lengdefilter i skipsregister
0-30	10-40
30-70	30-80
Resten	50-350

Som det kan leses av i Tabell 6 så er det kun tre unike «lengdegruppe_prognose» det er fordi prognosene er beregnet for 0–70meter 70–150meter og over 150meter. Prognosene er også differensiert på regioner, se Vedlegg A for en geografisk beskrivelse. Prognosene for Svalbard og Jan Mayen er usikre da de ikke er estimert spesifikt for regionene slik fastlandsregionene er. Prognosene som er tildelt Svalbard og Jan Mayen lik de aggregerte prognosene nasjonalt, det vil si et vektet gjennomsnitt for alle fastlandsregioner.

Tabell 6 Konverteringstabell fra lengdegrupper til bruttotonn for Oil product tankers, legg merke til at de ekvivalente BT gruppene til lengdegruppene kan ha til dels meget store avvik.

Skipstype	lengdegruppe	BT eq. nedre	BT eq. øvre	BT AISyRisk nedre	BT AISyRisk øvre	lengdegruppe_prognose
Oil product tankers	0-30	0	181	0	999	0-70

Oil product tankers	30-70	181	1016	0	999	0-70
Oil product tankers	70-100	1016	2606	0	999	70-150
Oil product tankers	100-150	2606	14453	1000	9999	70-150
Oil product tankers	150-200	14453	34095	10000	24999	>150
Oil product tankers	200-250	34095	57589	25000	49999	>150
Oil product tankers	250-300	57589	80989	50000	100000	>150
Oil product tankers	300-350	80989	100353	100000	1000000	>150

Tabell 7 Oversikt over konvertering mellom bruttotonnasje og lengde

Skipstyper	lengdegruppe	GT_eq_lower	GT_eq_upper	GT_AISyRisk_lower	GT_AISyRisk_upper	lengdegruppe_prog
Bulk carriers	0-30	0	168	0	999	0-70
Bulk carriers	30-70	168	1037	0	999	0-70
Bulk carriers	70-100	1037	5581	1000	4999	70-150
Bulk carriers	100-150	5581	15837	5000	9999	70-150
Bulk carriers	150-200	15837	31617	10000	24999	>150
Bulk carriers	200-250	31617	58965	25000	49999	>150
Bulk carriers	250-300	58965	103922	50000	100000	>150
Bulk carriers	300-350	103922	172531	100000	1000000	>150
Chemical tankers	0-30	0	176	0	999	0-70
Chemical tankers	30-70	176	896	0	999	0-70
Chemical tankers	70-100	896	3394	1000	4999	70-150
Chemical tankers	100-150	3394	13384	5000	9999	70-150
Chemical tankers	150-200	13384	29833	10000	24999	>150
Chemical tankers	200-250	29833	52016	25000	49999	>150
Chemical tankers	250-300	52016	79210	50000	100000	>150
Chemical tankers	300-350	79210	110691	100000	1000000	>150
Container ships	30-70	0	1621	0	999	0-70
Container ships	70-100	1621	3171	1000	4999	70-150
Container ships	100-150	3171	12937	5000	9999	70-150
Container ships	150-200	12937	25449	10000	24999	>150
Container ships	200-250	25449	45197	25000	49999	>150
Container ships	250-300	45197	76669	50000	100000	>150
Container ships	300-350	76669	124356	100000	1000000	>150
Crude oil tankers	30-70	0	808	0	999	0-70
Crude oil tankers	70-100	808	5317	1000	4999	70-150
Crude oil tankers	100-150	5317	16291	5000	9999	70-150
Crude oil tankers	150-200	16291	32756	10000	24999	>150

Crude oil tankers	200-250	32756	62109	25000	49999	>150
Crude oil tankers	250-300	62109	111747	50000	100000	>150
Crude oil tankers	300-350	111747	189068	100000	1000000	>150
Cruise ships	0-30	0	270	0	999	0-70
Cruise ships	30-70	270	1662	0	999	0-70
Cruise ships	70-100	1662	5865	1000	4999	70-150
Cruise ships	100-150	5865	15930	5000	9999	70-150
Cruise ships	150-200	15930	34156	10000	24999	>150
Cruise ships	200-250	34156	65112	25000	49999	>150
Cruise ships	250-300	65112	113367	50000	100000	>150
Cruise ships	300-350	113367	183488	100000	1000000	>150
Fishing vessels	0-30	0	188	0	999	0-70
Fishing vessels	30-70	188	1475	0	999	0-70
Fishing vessels	70-100	1475	4514	1000	4999	70-150
Fishing vessels	100-150	4514	13725	5000	9999	70-150
Fishing vessels	150-200	13725	28455	10000	24999	>150
Fishing vessels	200-250	28455	48989	25000	49999	>150
Fishing vessels	250-300	48989	75609	50000	100000	>150
Fishing vessels	300-350	75609	108599	100000	1000000	>150
Gas tankers	0-30	0	190	0	999	0-70
Gas tankers	30-70	190	1123	0	999	0-70
Gas tankers	70-100	1123	3649	1000	4999	70-150
Gas tankers	100-150	3649	13531	5000	9999	70-150
Gas tankers	150-200	13531	34140	10000	24999	>150
Gas tankers	200-250	34140	68539	25000	49999	>150
Gas tankers	250-300	68539	119792	50000	100000	>150
Gas tankers	300-350	119792	190961	100000	1000000	>150
General cargo ships	0-30	0	160	0	999	0-70
General cargo ships	30-70	160	977	0	999	0-70
General cargo ships	70-100	977	3220	1000	4999	70-150
General cargo ships	100-150	3220	12659	5000	9999	70-150
General cargo ships	150-200	12659	30488	10000	24999	>150
General cargo ships	200-250	30488	57994	25000	49999	>150
General cargo ships	250-300	57994	96461	50000	100000	>150
General cargo ships	300-350	96461	147176	100000	1000000	>150
Offshore supply ships	0-30	0	179	0	999	0-70
Offshore supply ships	30-70	179	2277	0	999	0-70

Offshore supply ships	70-100	2277	6134	1000	4999	70-150
Offshore supply ships	100-150	6134	22065	5000	24999	70-150
Offshore supply ships	150-200	22065	60829	25000	49999	>150
Offshore supply ships	200-250	60829	135045	50000	100000	>150
Offshore supply ships	250-300	135045	257332	100000	1000000	>150
Offshore supply ships	300-350	257332	440311	100000	1000000	>150
Oil product tankers	0-30	0	181	0	999	0-70
Oil product tankers	30-70	181	1016	0	999	0-70
Oil product tankers	70-100	1016	2606	0	999	70-150
Oil product tankers	100-150	2606	14453	1000	9999	70-150
Oil product tankers	150-200	14453	34095	10000	24999	>150
Oil product tankers	200-250	34095	57589	25000	49999	>150
Oil product tankers	250-300	57589	80989	50000	100000	>150
Oil product tankers	300-350	80989	100353	100000	1000000	>150
Other activities	0-30	0	259	0	999	0-70
Other activities	30-70	259	2920	0	999	0-70
Other activities	70-100	2920	6370	1000	4999	70-150
Other activities	100-150	6370	16150	5000	9999	70-150
Other activities	150-200	16150	31140	10000	24999	>150
Other activities	200-250	31140	52311	25000	49999	>150
Other activities	250-300	52311	80634	50000	100000	>150
Other activities	300-350	80634	117079	100000	1000000	>150
Other service offshore vessels	0-30	0	248	0	999	0-70
Other service offshore vessels	30-70	248	3433	0	4999	0-70
Other service offshore vessels	70-100	3433	7355	5000	9999	70-150
Other service offshore vessels	100-150	7355	19589	10000	24999	70-150
Other service offshore vessels	150-200	19589	40702	25000	49999	>150
Other service offshore vessels	200-250	40702	72949	50000	75000	>150
Other service offshore vessels	250-300	72949	118584	75000	100000	>150

Other service offshore vessels	300-350	118584	179862	100000	1000000	>150
Passenger ships	0-30	0	190	0	999	0-70
Passenger ships	30-70	190	1538	0	999	0-70
Passenger ships	70-100	1538	4216	1000	4999	70-150
Passenger ships	100-150	4216	15884	5000	9999	70-150
Passenger ships	150-200	15884	33637	10000	24999	>150
Passenger ships	200-250	33637	54798	25000	49999	>150
Passenger ships	250-300	54798	76692	50000	100000	>150
Passenger ships	300-350	76692	96644	100000	1000000	>150
Refrigerated cargo ships	0-30	0	179	0	999	0-70
Refrigerated cargo ships	30-70	179	1232	0	999	0-70
Refrigerated cargo ships	70-100	1232	3263	1000	4999	70-150
Refrigerated cargo ships	100-150	3263	10179	5000	9999	70-150
Refrigerated cargo ships	150-200	10179	21463	10000	24999	>150
Refrigerated cargo ships	200-250	21463	37148	25000	49999	>150
Refrigerated cargo ships	250-300	37148	57265	25000	49999	>150
Refrigerated cargo ships	300-350	57265	81846	50000	1000000	>150
Ro-Ro cargo ships	0-30	0	151	0	999	0-70
Ro-Ro cargo ships	30-70	151	1113	0	999	0-70
Ro-Ro cargo ships	70-100	1113	3292	1000	4999	70-150
Ro-Ro cargo ships	100-150	3292	22992	5000	24999	70-150
Ro-Ro cargo ships	150-200	22992	51087	25000	49999	>150
Ro-Ro cargo ships	200-250	51087	80118	50000	100000	>150
Ro-Ro cargo ships	250-300	80118	102626	100000	100000	>150
Ro-Ro cargo ships	300-350	102626	111154	100000	1000000	>150