

TITTEL:

Varsling av grunnstøtinger ved hjelp av dynamiske risikoovervåkingssystem

KANDIDATNUMMER(E):

10013, 10021, 10026

DATO:	EMNEKODE:	EMNE:	DOKUMENT TILGANG:
30.05.2019	TN303212	Bacheloroppgave	
STUDIUM:	ANT SIDER/VEDLEGG:	BIBL. NR:	
Nautikk	59/1	1	

VEILEDER(E) :

Terje Fiskerstrand

SAMMENDRAG:

Det fokuseres stadig mer på sjøsikkerhet langs norskekysten. Grunnstøtinger av skip påfører en stor risiko for mennesker, miljø og materiell. I denne oppgaven skal det behandles 152 innrapporterte grunnstøtinger og sammenliknes enkelthendelser opp mot avvik fra den normale skipstrafikk. Disse analysene skal forsøke å detektere hvorvidt hendelsene kunne vært varslet på forhånd, ved hjelp av et dynamisk risikoovervåkingssystem.

Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av studenter ved NTNU i Ålesund.

Postadresse
NTNU i Ålesund
Postboks 1517
N-6025 Ålesund

Besøksadresse
Larsgårdsvegen 2
Internett
www.ntnu.no

Telefon
73 59 50 00
Epostadresse
postmottak@ntnu.no

Bankkonto
7694 05 00636
Foretaksregisteret
NO 974 767 880

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

<i>Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:</i>		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. <u>Universitets- og høgskoleloven</u> §§4-7 og 4-8 og <u>Forskrift om eksamen</u> §§14 og 15.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiattrollert i Ephorus, se <u>Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver</u>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det foreligger mistanke om fusk etter <u>høgskolens studieforskrift §31</u>	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av <u>kilder og referanser på biblioteket sine nettsider</u>	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder: Terje Fiskerstrand

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja

nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja

nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja

nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 30.5.2019

FORORD

For oss har det vært essensielt å skrive om et tema som ville bidra til en positiv utvikling innenfor vårt fagfelt. Prosjektet skal være en avsluttende oppgave for Bachelorstudiet Nautikk, ved NTNU i Ålesund.

Kystverket har vært vår samarbeidspartner og det er på vegne av deres forespørsel vi har utarbeidet denne oppgaven. Underveis i prosessen har de bidratt med tilgang på analyseverktøy, dokumenter og annen relevant informasjon. Kontaktpersonene i Kystverket har vært Jon Bjørnar Kleppe og Trond Ski, som vi vil takke for å ha bidratt til eksepsjonell veiledning i undersøkelsesarbeidet vårt. Vi ønsker å rette en stor takk til Jon-Leon Ervik for all mottatt informasjon vedrørende “BEAN” og Harald Åsheim for opplæring av programmet Kystdatahuset.

Vi vil også takke Andreas Ravnstad fra Norconsult for tilgang, informasjon og innføring av det nyutviklede dynamiske varslingsystemet “MADART”.

Terje Fiskerstrand har under bachelorarbeidet vært disponibel for faglig veiledning, vi ønsker å takke for et godt samarbeid. Siste takk rettes til skribent Svein Wilhelm Andersen for en korrekturlesing sett fra et utvendig perspektiv.

SAMMENDRAG

Det fokuseres stadig mer på sjøsikkerhet og ved å undersøke varslingsmuligheter for potensielle grunnstøtinger av fartøy kan dette redusere dagens risikobilde. Oppgaven skal på bakgrunn av dette forsøke å identifisere avvik fra normal trafikk før grunnstøtingen, og finne ut om ulykken kunne ha vært avverget ved hjelp av et dynamisk risikoovervåkingssystem.

For å besvare denne problemstillingen er en nødt til å kunne definere hvordan normaltrafikken i et område opererer og sammenligne dette opp mot tidligere grunnstøtinger. De tidligere grunnstøtingene er hentet fra en ulykkesstatistikk hos Sjøfartsdirektoratet. Fra dette Excel-dokumentet er det blitt behandlet 152 innrapporterte grunnstøtinger i analyseverktøyet Kystdatahuset. Ved hjelp av dette programmet har vi hatt mulighet til å gjenskape seilassen og analysere denne opp mot tidligere skipstrafikk.

Teorien skal beskrive hvilke avvergende tiltak som finnes i dag. Simulatorøvelsene skal forsøke å gi et bilde av varslingsmulighetene. Vi benytter oss av en kvantitativ metode med statistiske fremstillinger, for å skape en god oversikt over våre funn. Gjenskapelser av noen utvalgte grunnstøtinger er blitt gjort for å kunne gi en dypere forståelse av en eventuell varslingsmulighet.

Dersom det skulle være utviklet et system som klarer å oppfatte risikable avvik for fartøy samt varsle dette i tide, vil det ikke være vanskelig å se gevinsten med systemet. Et fartøy som grunnstøter setter en stor trussel på mennesker, miljø og materiell, spesielt dersom det skulle være oljeutslipp involvert.

Basert på vår analyse er det muligheter for at et varslingsystem kan avverge grunnstøtinger. Per i dag er det både systemer som eksisterer og er under utvikling.

TERMINOLOGI

AIS Norge - Eldre nettsted utviklet av Kystverket, brukt til å se AIS-tracks.

ARPA – Automatic radar plotting aid

Dynamisk Risikoovervåkingssystem - Overvåking av skip med fokus på risiko, f.eks. BEAN og MADART

ECDIS - Electronic Chart Display and Information system (Elektronisk navigasjonskart system)

Farled - Sjøens hovedvei

Fatigue - tretthet, utmattelse

FF - Forskningsfartøy

IMO - International Maritime Organization

Lasteskip - Et fartøy som er bygd med lasterom til ulike typer last, herav container, stykkgoods, tank, tørrbulk og lignende.

Meta-data – Informasjon om annen data

NOR - Norsk Ordinært Skipsregister

NIS - Norsk Internasjonalt Skipsregister

Registerdata - Sjøfartsdirektoratet sitt dokument over grunnstøtinger, en samling av registrert data

Tekniske faktorer – Feil fra skipets side / Motorhavari, strømbrydd, feil på navigasjonsinstrument, signaltap.

Tracks - Spor etter utsendte AIS-signaler fra skip

Transit - seilas mellom operasjoner

Tvers – 90 grader ut fra styrehuset i fartøyets fartsretning til et objekt

Tørnpunkt - Et spesifikt punkt der det endres kurs

Utsatt områder - Steder med ekstraordinære utfordringer for skipsfarten

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD.....	I
SAMMENDRAG	II
TERMINOLOGI.....	III
INNHOLDSFORTEGNELSE	IV
FIGURLISTE.....	VI
1 INNLEDNING	1
1.1 INTRODUKSJON	1
1.2 PROBLEMSTILLING	1
1.3 AVGRENSNING AV PROBLEMSTILLINGEN	2
2 TEORETISK GRUNNLAG.....	2
2.1 GRUNNSTØTINGER.....	2
2.1.1 Årsaker til grunnstøtinger	3
2.2 FOREBYGGENDE TILTAK OM BORD	4
2.2.1 ECDIS.....	4
2.2.2 Radar	4
2.2.3 VHF	5
2.2.4 AIS	5
2.2.5 Hviletid og bemanning	5
2.2.6 Brovaktalarm.....	5
2.3 LANDBASERT FOREBYGGENDE TILTAK.....	6
2.3.1 VTS	6
2.3.2 Varsling	7
2.3.3 Dynamisk risikoovervåkingssystem - BEAN.....	7
2.3.4 Dynamisk risikoovervåkingssystem - MADART.....	8
2.4 DIGITAL RUTETJENESTE	9
2.4.1 Anbefalte seilingsruter.....	9
2.4.2 Tolkning av normal trafikk.....	9
2.4.3 Fordeler opp mot varsling.....	10
2.5 RISIKO	11
2.5.1 Dynamisk risikoanalyse.....	11
2.5.2 Risikohåndtering.....	12
2.5.3 Vårt bidrag til debatten	12
3 MATERIALER OG METODE.....	13
3.1 DATAMATERIALE	13
3.2 METODEVALG	14
3.2.1 Kvantitative metoder	14
3.2.2 Oppgavens metodevalg.....	14
3.2.3 Styrker og svakheter ved kvantitativ studie.	14
3.2.4 Troverdighet	15
3.3 ARBEIDSPROCESS	16
3.3.1 Oppdrag fra Kystverket.....	16
3.3.2 Analyse av registerdata	16
3.3.3 Behandling av analysert registerdata	17
3.3.4 Avviksanalyse opp mot normal trafikk	19
3.3.5 Presentere våre funn i statistikk	20
3.4 MATERIALER.....	20
3.4.1 Kystdatahuset	20
3.4.2 SPSS.....	21
3.4.3 Simulator	21
4 EMPIRI.....	22

4.1	OVERSIKT OVER GRUNNSTØTINGER I NORGE.....	22
4.2	STATISTISK OVERSIKT OVER TOTALE 152 GRUNNSTØTINGER.....	23
4.2.1	<i>Fartøystyper</i>	23
4.2.2	<i>Årstid</i>	24
4.2.3	<i>Tidsperiode</i>	25
4.3	KVALITET PÅ ANALYSERT AIS-DATA	26
4.4	ANALYSERBART UTVALG MED TILFREDSSTILLENDEN AIS DATA.....	27
4.4.1	<i>Varslingsmulighet etter flaggstat</i>	27
4.4.2	<i>Varslingsmulighet etter fartøygruppe</i>	28
4.4.3	<i>Varslingsmulighet etter tidsperiode</i>	28
4.4.4	<i>Varslingsmulighet etter årstid</i>	30
5	ANALYSE.....	31
5.1	VARSLINGSMULIGHETER.....	31
5.1.1	<i>Grunnstøting av lasteskipet Tonny</i>	32
5.1.2	<i>Grunnstøting av lasteskipet Roslagen</i>	33
5.1.3	<i>Grunnstøting av fiskerfartøyet Leif Roald</i>	34
5.1.4	<i>Grunnstøting av passasjerfergen Gjemnes</i>	35
5.1.5	<i>Grunnstøting av lasteskipet Vitin</i>	36
5.2	KVALITETSSIKRING AV ANALYSENE VED SIMULATORBRUK	37
5.2.1	<i>Simulatorøvelse</i>	37
6	DRØFTING.....	40
6.1	VARSLING BASERT PÅ AVVIK FRA NORMAL TRAFIKK	40
6.2	FARTØY SOM IKKE KUNNE BLITT VARSLET	41
6.3	VARSLING I TRANGE FARVANN	42
6.4	FARTØY UNDER OPERASJON	43
6.5	INNRAPPORTERINGSPROSEDYRER	44
6.6	KRITISK TIDSPUNKT?.....	44
7	KONKLUSJON	45
8	BIBLIOGRAFI.....	46
9	VEDLEGG	48

FIGURLISTE

Figur 1 - Illustrasjonsbilde av grunnstøtingen til Full City (10)	3
Figur 2 - DNV GLs statistikk over trusler på risikoen for grunnstøting hentet fra Sjøsikkerhetsanalysen 2014 (4)	4
Figur 3 - Effekten av eksisterende tiltak mot grunnstøting fra Sjøsikkerhetsanalysen 2014 (4)	6
Figur 4 - Illustrert forklaring av BEAN - konseptet (16)	8
Figur 5 - Illustrasjonsbilde over MADART sine funksjonaliteter (21)	9
Figur 6 - Illustrasjonsbilde over rutevalg i Oslofjorden	10
Figur 7 - Illustrasjonsbilde over anbefalte seilingsruter (14)	11
Figur 8 - Formel for risikohåndtering (1)	12
Figur 9 - Illustrasjonsbilde på analysemetode i Kystdatahuset	18
Figur 10 - Illustrasjonsbilde på analyse opp mot normaltrafikk	19
Figur 11 - Geografisk oversiktsbilde over 152 grunnstøtinger (9)	22
Figur 12 - Statistikk over grunnstøtinger delt inn i fartøygrupper	23
Figur 13 - Statistikk over grunnstøtinger etter årstid delt inn i fartøygrupper	24
Figur 14 - Sjøtrafikk Stranda i perioden januar - april 2018 (9)	24
Figur 15 - Sjøtrafikk Stranda i perioden mai - august 2018 (9)	25
Figur 16 - Statistikk over grunnstøtinger etter tidspunkt delt inn i fartøygrupper	25
Figur 17 - Trafikkmønster for passasjerskip i Bergen (9)	25
Figur 18 - Trafikkmønster for fiskefartøy i Andenes havn (9)	26
Figur 19 - Krysstabell for grunnstøtinger med AIS kvalitet sammenliknet med fartøygrupper	26
Figur 20 - Krysstabell for grunnstøtinger med varslingsmulighet sammenliknet med flaggstat	27
Figur 21 - Statistikk på grunnstøtinger med varslingsmuligheter delt inn i fartøygrupper	28
Figur 22 - Statistikk over grunnstøtinger med varslingsmulighet delt inn etter tidsperiode	28
Figur 23 - Krysstabell over grunnstøtinger med varslingsmuligheter sammenliknet etter tidsperioder	29
Figur 24 - Statistikk over grunnstøtinger med varslingsmuligheter delt inn etter årstid .	30
Figur 25 - Analysebilde av Tonny sitt seilingsmønster sammenliknet med normaltrafikk (9)	32
Figur 26 - Analysebilde av Roslagen sitt seilingsmønster sammenliknet med normaltrafikk (9)	33
Figur 27 - Analysebilde av Leif Roald sitt seilingsmønster sammenliknet med normaltrafikk (9)	34
Figur 28 - Analysebilde av Gjemnes sitt seilingsmønster sammenliknet med normaltrafikk (9)	35
Figur 29 - Analysebilde av Vitin sitt seilingsmønster sammenliknet med normaltrafikk (9)	36
Figur 30 - Oversikt over målt tidsbruk i minutter : sekunder	38
Figur 31 - Illustrasjonsbilde for varslingspunkt under simulatorøvelse (9)	38
Figur 32 - Oversikt over målt tidsbruk i sekunder	39
Figur 33 - Illustrasjonsbilde for varslingspunkt under simulatorøvelse (9)	39
Figur 34 - Kartutsnitt over grunnstøtinger utenfor Florø (9)	41
Figur 35 - Illustrasjonsbilde over to grunnstøtinger i en 24 timers periode (9)	41
Figur 36 - Illustrasjonsbilde over trafikkmønster i Florø juni 2017 (9)	42
Figur 37 - Illustrasjonsbilde på seilingsmønster til fartøy under operasjon (9)	43

1 INNLEDNING

1.1 Introduksjon

Formålet med denne oppgaven er å utrede om Kystverket kan avverge grunnstøtinger ved hjelp av et dynamisk risikoovervåkingssystem. Oppgaven skal behandle AIS data fra innrapporterte grunnstøtinger og kartlegge avvikene opp mot den normale trafikken.

Sjøsikkerhetsanalysen av 2014 forespeiler en økning i sjøtrafikk på 41% frem mot 2040, noe som kan medføre en økning av grunnstøtinger og andre ulykker. VTS sentralene er sett på som et viktig verktøy for å møte de økende trafikutfordringene. Regjeringen vil legge til rette for utvikling og implementering av intelligente transportsystemer (ITS) for sjøfarten. Et aktuelt tiltak for å styrke sjøtrafikksentralens trafikkovervåking er å utvikle et dynamisk risikoovervåkingssystem. Med dagens teknologi skal det være mulig å skape et system som varsler risikable rutevalg automatisk. Løsninger som BEAN og MADART vil kunne bidra til at antall grunnstøtinger reduseres. (Regjeringen, 2016, p. 10)

Per i dag er gjort lite databehandling og analyse av kun grunnstøtinger, noe som fører til at det finnes lite tilgjengelig teori og gjennomførte studier på dette emnet. Bacheloroppgaven vil dermed ha et mer empirisk fokus.

1.2 Problemstilling

Det fokuseres stadig mer på sjøsikkerhet, og ved å undersøke varslingsmuligheter for potensielle grunnstøtinger av fartøy kan dette redusere dagens risikobilde. Det kan også redegjøre for hvilke hendelser som kunne vært varslet. Grunnstøtinger av fartøy er alvorlig, da det kan oppstå skade på mennesker, miljø og skip. Det er på bakgrunn av dette ønsker vi at oppgaven skal identifisere avvik fra normaltrafikk før grunnstøtinger, og finne ut om ulykkene kunne ha vært avverget ved hjelp av et dynamisk risikoovervåkingssystem. Vi vil presentere våre funn i figurer, statistikk og ved bruk av eksempler. Hypotesene våre skal kunne etterprøves i navigasjonssimulatorer og et eventuelt dynamisk risikoovervåkingssystem.

I samarbeid med Kystverket har vi kommet frem til problemstillingen

“Vi skal behandle AIS data fra 152 grunnstøtinger og ved å analysere avvik fra normaltrafikk, skal vi vurdere varslingsmuligheter ved hjelp av et dynamisk risikoovervåkingssystem.”

For å besvare problemstillingen, har vi kommet frem til tre hovedpørsmål som skal fungere som en rød tråd, når vi analyserer AIS data fra innrapporterte grunnstøtte fartøy.

Spørsmål 1: «Avviket fra normal trafikk?»

Spørsmål 2: «Kan avviket fra normal trafikk oppdages og varsles?»

Spørsmål 3: “Kan et varslingsystem spille noe rolle for avverging, når er det kritiske tidspunktet for varsling?”

1.3 Avgrensning av problemstillingen

Oppgaven er avgrenset til grunnstøtinger hos den kommersielle flåten, for å svare på Kystverkets behov. Andre typer skipsulykker, og ulykker hos fritidsfartøy er derfor ikke inkludert i oppgaven. Oppgaven vil ikke se på tekniske faktorer ved skipet som fører til grunnstøtinger, da Kystverket har liten mulighet for å avverge disse hendelsene.

2 TEORETISK GRUNNLAG

2.1 Grunnstøtinger

Sjøsikkerhetsanalysen oppdatert 2015 forebyggende tiltak: Fra 2005-2015 stod grunnstøtinger for ca. 45% av alle skipsulykker i norske farvann. I gjennomsnitt var det om lag 100 grunnstøtinger pr år. (Kystverket, 2015, p. 14)

Grunnstøting kan defineres som er at et fartøy har kontakt med havbunn. Konsekvensene av dette kan variere fra at skipet ikke tar noe skade, til at skipet går tapt. Dersom skipet står fast på grunn kan det hindre tap av fartøyet, men skadene kan forverres dersom det beveger seg i sjøgangen. Dersom et skip grunnstøter kan det også ha store konsekvenser for mennesker, dyreliv og miljø.

Grunnstøtingen av “Full City” utenfor Langesund i 2009, er et eksempel på hvilke konsekvenser en grunnstøting kan ha. Den økonomiske konsekvensen av dette har blitt anslått til å være på 250 millioner kroner, 37 vernetede natur og fugleområder ble tilgriset av olje og mer enn to tusen sjøfugl døde av skadene. (Kystverket, 2011)



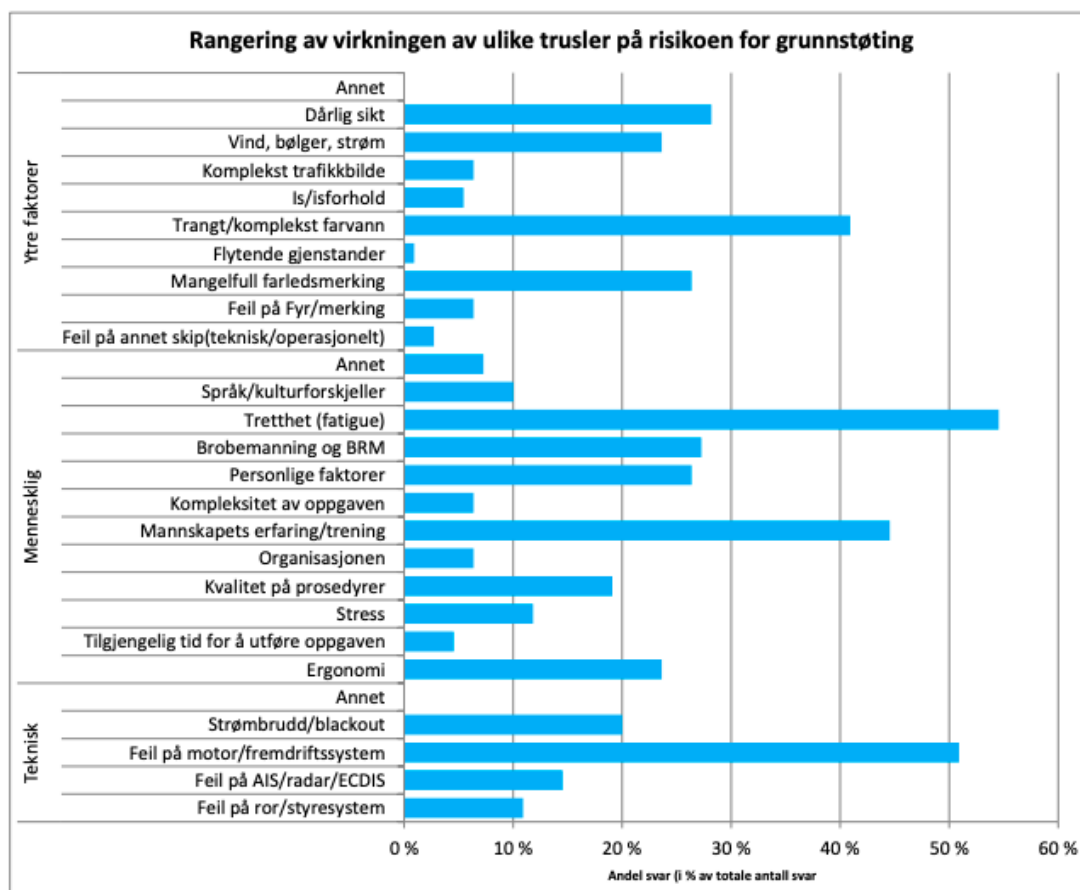
Figur 1 - Illustrasjonsbilde av grunnstøtingen til Full City (10)

2.1.1 Årsaker til grunnstøtinger

Ifølge sjøfartsdirektoratets ulykkesutvikling 2000-2010, kommer det frem at i 60% av grunnstøtinger med lasteskip er menneskelig svikt utløsende årsak. 11 % er teknisk svikt, 13 % ytre forhold og 14% annet. (Sjøfartsdirektoratet, 2010, pp. 29-32)

Sluttrapporten for sjøsikkerhetsanalysen 2014 tar for seg direkte årsaker knyttet til grunnstøtinger og kollisjoner i perioden 1984-2013. Rapportene for *grunnstøtingene* viser til at 40,6% sovnet på vakt. 27,2% var feilnavigering. 14,3% feilvurderinger. 9,6% brudd på prosedyrer. 5,4% feilhandling og 2,4% andre forhold/handlinger. (Kystverket, 2014, p. 24)

DNV GLs interesseanalyse for forebyggende sjøsikkerhetstiltak viser i figur 2 at ytre faktorer er dårlig sikt, værforhold, trange farvann og mangelfull farleds merking størst utfordring. Menneskelige utfordringer er fatigue og erfaring. Feil på fremdriftssystem er det som har størst årsak til grunnstøting ved tekniske forhold. (DNV GL, 2014, p. 16)



Figur 2 – DNV GLs statistikk over trusler på risikoen for grunnstøting hentet fra Sjøsikkerhetsanalysen 2014 (4)

2.2 Forebyggende tiltak om bord

2.2.1 ECDIS

ECDIS sin hovedmotivasjon er å forebygge grunnstøting. Derfor har systemet en alarm som skal kunne varsle navigatøren, dersom skipet er på vei mot farlige områder hvor det er mulig å grunnstøte. Det er dermed behov for et nøyaktig navigasjonssystem, nøyaktige kart og riktig definerte sikkerhetsmarginer. Systemet gir alarm når skipet stevner mot områder som har dybde mindre enn det som er definert som sikkerhets dybde, dette velger brukeren.

(Kjerstad, 2015, p. 2: 183)

2.2.2 Radar

Radar er et navigasjonshjelpemiddel som primært brukes til å peile kurs og avstand til navigasjonsmerker, samt identifisere mål som en kanskje ikke er i stand til å se med det blotte øye. (Kjerstad, 2015, p. 2: 1)

2.2.3 VHF

VHF er et kommunikasjonsverktøy som benytter seg av høyfrekvente radiobølger. Brukes primært til å kommunisere mellom fartøy, sende nødmeldinger og motta navigasjonsmeldinger. Det er blant annet via VHF trafikkentralene kommuniserer med skip. AIS-signaler blir også sendt ut ved hjelp VHF-signaler.

2.2.4 AIS

AIS er et automatisk identifikasjonssystem innført av IMO, sjøfartsorganisasjonen til FN. Formålet til er å øke sikkerheten for skip og miljø, forbedre trafikkovervåking og sjøtjenester. Systemet består av en radiosender som kringkaster informasjon som skipets posisjon, fart og kurs. (Kjerstad, 2015, p. 2: 133)

2.2.5 Hviletid og bemanning

Bestemmelser for hviletid og bemanning har hjemmel i skipssikkerhetsloven.

§ 1.Lovens formål;

“Loven skal trygge liv og helse, miljø og materielle verdier ved å legge til rette for god skipssikkerhet og sikkerhetsstyring, herunder hindre forurensning fra skip, sikre et fullt forsvarlig arbeidsmiljø og trygge arbeidsforhold om bord på skipet, samt et godt og tidsmessig tilsyn.” (Sjøfartsdirektoratet, 2015)

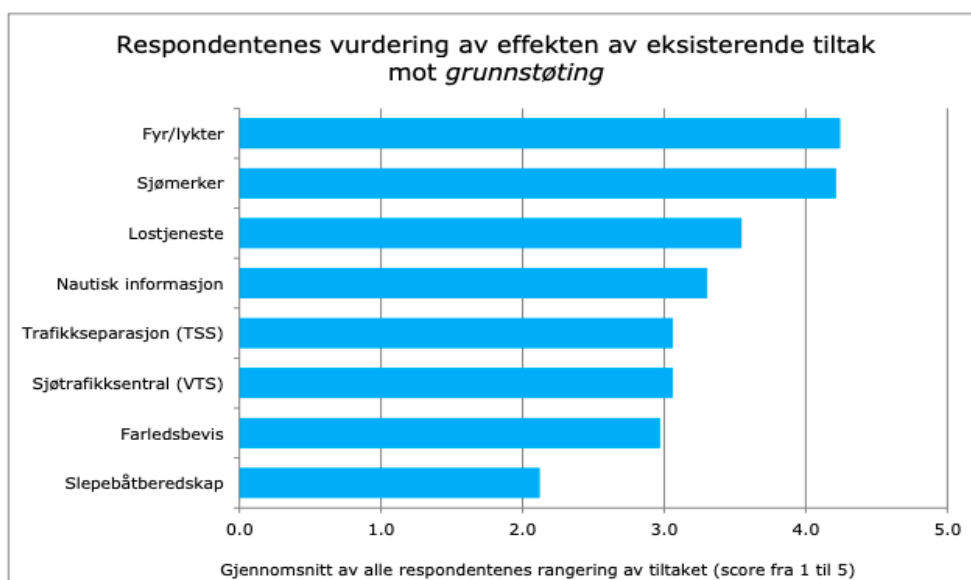
2.2.6 Brovaktalarm

BNWAS står for Bridge Navigation Watch Alarm System (brovaktalarm). Brovaktalarm vil overvåke aktivitet på broen over en gitt tidsperiode og vil automatisk slå seg på når autopiloten aktiveres. Formålet er å hindre at vakthavende navigatør sovner eller er fraværende over lengre tid. Systemet alarmerer gjennom tre faser.

1. Ved aktivert autopilot skal vakthavende navigatør kvittere til systemet hvert 3 til 12 minutt.
 2. Ved unnvikelse av punkt 1 vil det gå en alarm på styrmanns og kapteinens lugar. Disse må da gå opp til bro for å kvittere alarmeren.
 3. Dersom verken styrmann eller kaptein kvitterer alarmeren vil det da gå en alarm i oppholdsrommet og personer som befinner seg her må bevege seg til bro for kvittering.
- (IMO, 2002)

2.3 Landbasert Forebyggende tiltak

Risikoreduserende tiltak har tradisjonelt vært å sette opp fyrlykter, sjømerker, sjøtrafikksentraler (VTS) og Trafikkseparasjonssystem (TSS). Andre forebyggende tiltak mot skipsulykker er for eksempel lostjenester, innføring av farledsbevis, slepebåtberedskap og oppdatert nautisk informasjon. Disse kan defineres som aktive tiltak og illustreres i figur 3. (DNV GL, 2014, p. 18)



Figur 3 - Effekten av eksisterende tiltak mot grunnstøting fra Sjøsikkerhetsanalysen 2014 (4).

Som en del av sjøsikkerhetsanalysen 2014 har DNV GL foretatt en undersøkelse for innspill til forebyggende tiltak, i denne undersøkelsen kom det frem at fyrlykter og sjømerker hadde størst effekt mot grunnstøtinger. (DNV GL, 2014, p. 21)

2.3.1 VTS

VTS er en sjøtrafikkstjeneste som i Norge driftes av Kystverket. Hensikten med denne tjenesten er å skape økt sikkerhet for norske og internasjonale skip i norske farvann, samt verne miljøet langs kysten.

Norge har fem sjøtrafikksentraler som overvåker og regulerer trafikken i sine områder. Fire av disse ligger i Sør-Norge, og regulerer trafikken i definerte risikoområder, disse befinner seg i indre farvann. I nord ligger Vardø VTS, og den har ansvaret for overvåking av trafikk langs hele kysten, samt områdene rundt og utenfor Svalbard. Skipstrafikken overvåkes ved hjelp av en rekke overvåkings- og kommunikasjonssystemer som radar, land- og satellittbasert AIS, VHF-samband, og meteorologiske sensorer. Trafikksentralene vurderer seilingstillatelse til fartøyer ved innseiling til sentralens område og før avgang fra havn i området.

I tillegg informerer de, regulerer skipstrafikken, og griper inn for å håndheve Sjøtrafikkforskriften ved behov. Trafikksentralen vil ta kontakt øyeblikkelig ved mistanke om maskinproblemer, feil kurs eller andre unormale forhold, samt tilkaller, pålegger og gir assistanse til fartøy ved behov. Trafikksentralene er en del av Kystverkets 1. Linjeberedskap mot akutt forurensning. (Kystverket, 2011)

Danske studier viser til at en trafikksentral kan redusere risikoen for grunnstøtinger mellom 20 % - 80% avhengig av geografi, trafikk tetthet og tilgjengelige ressurser. Det indikerer dermed at det beste tiltaket for å redusere risikoen og avverge hendelser, kan skje ved hjelp av trafikksentralene.

(Danish Maritime Authority and Royal Danish Administration of Navigation and Hydrography, 2002)

2.3.2 Varsling

Vi har avgrenset oppgaven med fokus på muligheten for varsling, og ikke på en eventuell varslingsmetode. For å avklare begrepet varsling definerer vi det som følgende;

Det er VTS sentralen som vil oppdage et fartøys avvik ved hjelp av et dynamisk risikoovervåkingssystem og systemet vil bistå VTS-operatørene. Varsling vil primært være fra VTS til fartøy ved hjelp av maritim radio.

Med fartøy som ikke er mulig å varsle menes det at det er for lite tid fra mulig varsling til hendelsen inntreffer, og varsling vil derfor ikke kunne bidra til at hendelsen blir avverget.

2.3.3 Dynamisk risikoovervåkingssystem - BEAN

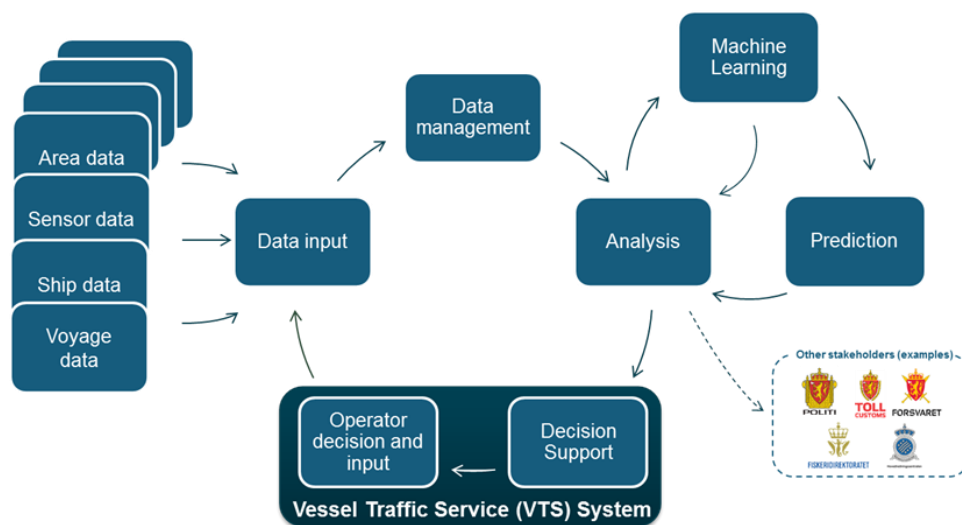
BEAN er et dynamisk risikoovervåkingssystem som er under utvikling på vegne av Kystverket. I første omgang er det tiltenkt å være et verktøy til VTS-sentralene for å bistå operatørene i sitt arbeid. Systemet vil i hovedsak være basert på innsamlet AIS-data, som Kystverket har gjort i flere år. Denne dataen vil analyseres sammen med annen data for å oppnå gode modeller. Målet med BEAN-systemet er å kunne gi tidlige indikasjoner til en VTS-operatør om trafikkmønstre som kan lede til farlige eller uønskede situasjoner.

For å kunne oppnå dette er programmet avhengig av nødvendig data. Dette kan være data fra sensorer, informasjon om fartøyet og seilingsplanen til fartøyet, samt andre kilder inkludert meta-data. Dataens grad av relevans vil påvirke resultatets kvalitet. Meta-data gjør at systemet automatisk kan prosessere dataen og vil gi et bedre grunnlag for analysen. Det er nødvendig med god datastyring med tanke på lagring, indeksering, merking etc. for å sikre et responsivt

sanntidssystem. Dataen vil bli kombinert og analysert for å definere det normale trafikkbildet og oppfatte avvik. Maskinlæring og kunstig intelligens kan bli en viktig del av analysen, slik at resultatet blir et system med nøyaktige resultater og få falske alarmer.

Analysen vil deretter sendes til VTS-operatørens beslutningshjelpemidler, som vil utløse alarmer, risikovarsling, visualisering og informasjon, slik at operatøren kan ta den riktige beslutningen raskest mulig. Systemet skal også gi forslag til handlinger i enkelte situasjoner. Kombinert med sjekklister og interne prosedyrer, samt VTS-operatøren sin individuelle analyse, vil det bidra til å validere operatøren sin anbefaling for hendelsen. VTS-operatøren vil deretter kunne gi tilbakemelding til systemet, noe som vil bidra til ytterligere forbedring hos programmet. I fremtiden er det ønskelig at dette verktøyet skal gå fra å være et hjelpemiddel for VTS-operatører til å bli et helautomatisert system som fungerer utenom VTS-sentralene.

Når BEAN skal gå via VTS vil dette føre til en økt responstid, noe som koster verdifulle sekunder for det utsatte fartøyet. Ved en automatisk tjeneste vil responstiden gå ned, men det vil kunne bli en økt frekvens i feilvarslinger, noe som kan føre til at det blir tatt mindre seriøst av fartøyene, og dermed miste noe av sin effekt. (Kystverket, 2019)



Figur 4 - Illustrert forklaring av BEAN – konseptet (16).

2.3.4 Dynamisk risikoovervåkingssystem - MADART

Marine anomaly detection with AIS in real time (MADART) er et program utviklet av Norconsult. Det benytter seg av innsamlet AIS-rådata, og genererer normaltrafikk og standardavvik ut ifra denne. Utfra denne informasjonen vil programmet kunne beregne en time to impact(TTI), og bruke denne til å vurdere varsling. TTI regnes ut basert på posisjon, avstand og fart til nærmeste point of impact. Når TTI blir lav nok vil dette utløse varsling. Denne

varslingen vil nå skipet og en unnamanøver fra skipets side vil bli utført. Det vil ut ifra dette programmet være enklere å observere fartøyets kursavvik, og hvor signifikant dette avviket er, justert for standarddeviasjon. Dataen er lagt inn som “Gravity Vectorer”, som er utledet fra den statistiske dataen, og plassert som punkter. Disse punktene blir da satt sammen til linjer som viser trafikkmønstret. (Ravnestad, 2018)



Figur 5 - Illustrasjonsbilde over MADART sine funksjonaliteter (21)

2.4 Digital rutetjeneste

2.4.1 Anbefalte seilingsruter

Kystverket har utarbeidet en ny digital rutetjeneste for fartøy som anløper og avgår norske havner. Den digitale rutetjenesten for Oslofjorden ble lansert 18. September 2018. Gjennom denne rutetjenesten vil fartøy få tilgang på anbefalte seilingsruter, som er kvalitetssikret og godkjent av Kystverket. Tjenesten er i testfase og den skal trinnvis gjøres tilgjengelig langs hele Norges kystlinje. Rutetjenesten vil gi automatisk distribusjon av nautisk informasjon. Formålet er å gi en økt sjøsikkerhet langs Norges kyst. Rutene er utarbeidet av lostjenesten, sjøtrafikksentralen og sjømerketjenesten. (Kystverket, 2018)

De anbefalte seilingsrutene fungerer på følgende måte:

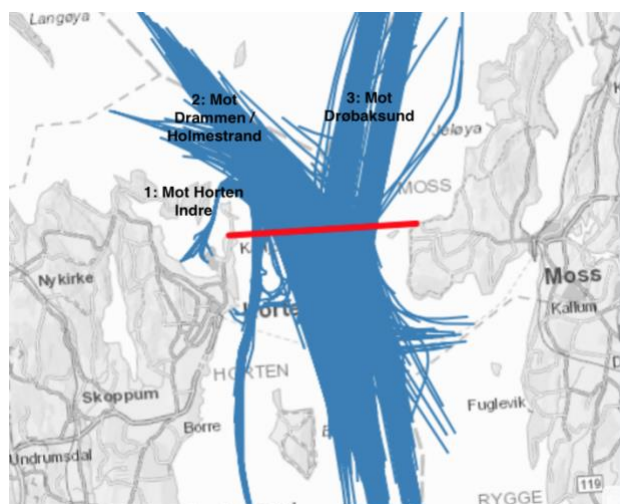
- Velger ønsket rute på routeinfo.kystverket.no
- Laster denne ruten inn på en ren minnepenn
- Overfører ruten inn på kartmaskinen

2.4.2 Tolkning av normal trafikk

Alle fartøy utstyrt med AIS som navigerer i et område vil avgi et AIS-tracks. Ved å sammenligne disse AIS-tracksene danner man et bilde på hvordan trafikken beveger seg.

Som vist på figur 6 ser vi den normale trafikken for lasteskip i Oslofjorden. Ved nordgående trafikk kan vi tydelig se tre rutevalg ved passeringen av Jeløya;

1. Babord tårn mot Horten Indre
2. Babord tårn mot Drammen
3. Styrbord tårn mot Drøbaksund



Figur 6 - Illustrasjonsbilde over rutevalg i Oslofjorden

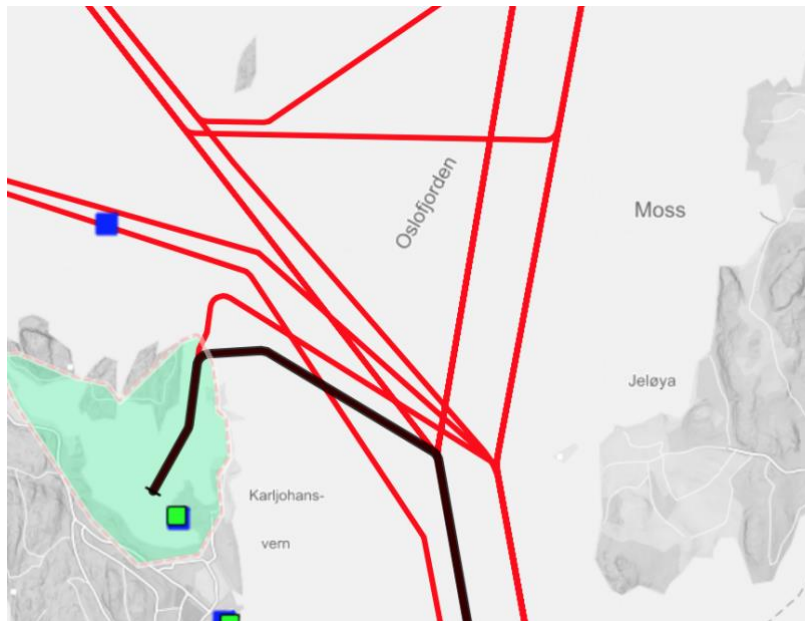
På bakgrunn av denne sammenligningen kan vi nå si at tvers nordkant land Jeløya er det et punkt der fartøy foretar seg et rutevalg. Dermed kan vi definere dette punktet som et fast tårnpunkt.

Tolker vi den normale trafikken over større områder kan vi definere faste tårnpunkter der fartøy skal foreta seg et valg. Dersom et fartøy passerer dette punktet uten å foreta seg et rutevalg, vil dette defineres som et avvik fra normal trafikk. (Kystdatahuset - Kystverket, 2018)

2.4.3 Fordeler opp mot varsling

Dersom alle fartøy tar i bruk Kystverkets anbefalte seilingsruter vil man få et tydelig bilde av hvordan trafikken vil bevege seg. Det vil være faste punkter der fartøy foretar et rutevalg og et avvik fra dette vil lett oppdages (se figur 7).

Dette vil si at alle fartøy følger samme mønster og et avvik vil være veldig tydelig. Sjøtrafikksentralene kan ha et overleggsbilde av de forhåndsplanlagte rutene og kan varsle med en gang et avvik oppstår. (Kystverket, 2018)



Figur 7 - Illustrasjonsbilde over anbefalte seilingsruter (14)

2.5 Risiko

Sjøtransport innebærer å ta risiko. Risiko er en potensiell hendelse, hvor konsekvens er målt opp mot en usikkerhet. Hvor trolig det er at denne hendelsen vil inntreffe, kan vi uttrykke ved hjelp av en sannsynlighet. Denne sannsynligheten er utredet med bakgrunn av sin kunnskap og erfaring. (Aven, et al., 2008, p. 27)

Med uønskede hendelser fokuserer denne oppgaven på skipsulykker, ved hovedfokus på grunnstøtinger. Sannsynligheten for at en grunnstøting inntreffer er basert ulike parametere, for eksempel trafikkmengde, trafikkmønster, menneskelig feil, oppmerking av farled og type farvann. Konsekvensen kan innebære dødsfall, personskade, miljøskade eller økonomiske tap. (Regjeringen, 2016, p. 15)

2.5.1 Dynamisk risikoanalyse

Sannsynligheten for at et skip grunnstøter er ytterst dynamisk, der tiden er helt kritisk. Risikoen vil endre seg etter om hvor raskt skipet klarer å håndtere den endrede situasjonen selv, eller om den klarer å få hjelp fra for eksempel slepebåter. (Christian Mikkelsen Research, 2017, p. 9) Risikonivå vil avhenge av ulike parametere, dette kan i vårt tilfelle være strømforhold, hastighet, reaksjonstidspunkt og svingeradius. Risikonivået vil dermed bli høyere når fartøyet beveger seg nærmere faren, fordi det vil være vanskeligere å få varslet og avverget hendelsen.

I et møte med Kystverket ble dynamisk risikoanalyse definert som “*Det å følge situasjoner i sanntid og deretter vurdere påløpende risiko*”. - Bjørnar Kleppe, Kystverket

Dynamisk risikoanalyse for skipstrafikk er å bruke et automatisert system som overvåker fartøyenes seilingsmønster i sanntid. Det inkorporeres en tradisjonell “statisk” analyse av fartøyets risikonivå ved å bruke parametere som passasjerantall, type last eller tidlige hendelser. Analysen blir dynamisk idet man aktivt vurderer risikonivået i sanntid basert på det statiske risikobildet. Målet er å kunne kartlegge potensielle farlige situasjoner så raskt som mulig, slik at en sjøtrafikksentral kan avverge ulykken. (Regjeringen, 2016, p. 49)

2.5.2 Risikohåndtering

Risikohåndtering er prosessen som benytter alle tiltak eller aktiviteter for å styre risikoen, ved hjelp av å unngå, redusere, optimalisere eller overføre risikonivået. (Aven, et al., 2008, pp. 17-18)

<u>Risikoanalyse + Risikoevaluering = risikohåndtering</u>
--

Figur 8 - Formel for risikohåndtering (1)

I oppgavens sammenheng betyr dette at for å kunne varsle grunnstøtinger er det nødt til å være et system som klarer å identifisere og varsle aktuelle avvik fra skipstrafikken, som kan medføre til grunnstøtinger. (Rausand & Utne, 2009, p. 60)

2.5.3 Vårt bidrag til debatten

Regjeringen har via stortingsmeldingen “på rett kurs” et ønske om et system som kan varsle skip ved hjelp av maritim radio. (Regjeringen, 2016, p. 49)

Kystverket har påtatt seg oppdraget med å utvikle et slikt system, i samarbeid med Kongsberggruppen, men de har foreløpig ingen studier som kun baserer seg på grunnstøtinger. Dermed blir vår oppgave et bidrag til å kartlegge grunnstøtinger i norske farvann, ved å analysere aktuelle grunnstøtinger som følge av avvik fra normal trafikk. Videre skal vi forsøke å finne muligheter for varsling og ideelle tidspunkt.

3 MATERIALER OG METODE

3.1 Datamateriale

Registerdata

Oppgaven er basert på ulykkesstatistikk fra sjøfartsdirektoratet sine sider. Vi har benyttet Excel-dokumentet «Ulykker – 1981 – 2018.xlsx» som ligger fritt tilgjengelig på sjøfartsdirektoratet sine sider, under statistikk om ulykker. (Sjøfartsdirektoratet, 2015)

Dette dokumentet er basert på innrapporterte ulykker og dataen blir sendt til Statistisk sentralbyrå for behandling. Registerdataen gir blant annet tilgang til informasjon om tidspunkt for ulykke, identitet, flagg, fartøystype og posisjon. Publikasjonen vi har benyttet blir oppdatert hvert halvår og det er mulig å filtrere bort uønsket informasjon. Dokumentet ble filtrert etter å fokusere på grunnstøtinger fra perioden 2015 – 2018.

Filtrering av Excel dokument

- Fokus på grunnstøtinger langs Norges kystlinje, unntatt Svalbard
- Bruker perioden 2015- 2018
- Filtrert bort mindre fartøy under 11 m

Datagrunnlag til Analyse

For å identifisere hvorvidt en grunnstøting kunne ha blitt varslet må vi bruke AIS data som gir et bilde av forløpet til grunnstøtingen. Det er blitt benyttet 152 grunnstøtinger i analyseprogrammet kystdatahuset, hvor kun 47 av disse har gitt tilfredsstillende AIS grunnlag. De 95 fartøyene som ikke har tilfredsstillende AIS data kan fremdeles bli fremstilt i statistikker.

De manglende AIS-dataene kan ha mange årsaker, det blir vanskelig for oss å fastslå. Mulige årsaker er blant annet dårlige mottaksforhold, avskrudd AIS-transponder, kun slått på når det er grunnstøtt og feil hos Kystdatahuset. Datagrunnlaget svikter i større grad jo lenger tilbake i tid vi går, både grunnet færre AIS-sendere og at programmet vi benytter er nytt. Vi mener dog grunnlaget er godt nok til å trekke slutninger.

Arbeidsbåter under operasjon er fjernet fordi de opererer i svært trangt, og ofte grunt farvann, og er ikke styrt av destinasjon og avgangshavn, men av operasjonen de skal utføre, noe som leder til at det er umulig å benytte vår data av normaltrafikk til å analysere disse hendelsene. Dette kan eksempelvis være båter som jobber tett opp mot oppdrettsmerder i trange farvann.

De er fortsatt undersøkt for å se om det er en arbeidsbåt under operasjon eller i transit, og båter av denne typen i transit er tatt med i utvalget.

3.2 Metodevalg

3.2.1 Kvantitative metoder

” Kvantitative metoder er undersøkelser som analyserer et stort antall enheter. Målet for kvantitativ analyse er ofte å undersøke en hypotese, altså å undersøke om en påstand om noe faktisk stemmer overens med tilgjengelig data. Dataene skaffes ved hjelp av undersøkelser i kvantum, og analyseres ved hjelp av statistikk.” (Store Norske Leksikon, 2018)

En svakhet med å velge denne metoden er at kvantitative analyser er ikke så godt egnet for å videreutvikle teoretiske resonnement. Man får et oversiktsbilde over det generelle forhold, men det kan bli for overfladisk. (Larsen, 2017, p. 27)

3.2.2 Oppgavens metodevalg

Startfasen av prosessen er hovedsakelig basert på kvantitative metoder, for å kunne ta for seg flere hendelser. Målet var å finne ut om hvorvidt det er mulig å varsle fartøy som avviker fra normaltrafikk og grunnstøter. Datagrunnlaget vårt er hentet fra alle innrapporterte grunnstøtinger loggført av sjøfartsdirektoratet. Ved å fokusere på 152 fartøy som har rapportert om grunnstøting klarer vi å spare tid og våre datafunn kan analyseres i statistikk.

Dette skaper en generell forståelse av risikobildet og omfang på grunnstøtingsmønsteret. Til tross for at man behandler data av stort kvantum ved hjelp av kvantitative metoder vil man ikke få et godt nok grunnlag til å forstå dynamiske forhold, handlingsmønstre eller prosesser. (Larsen, 2017, p. 27)

Kystdatahuset er et verktøy vi har brukt for å raskt kunne analysere AIS data på de aktuelle hendelsene. Dette gir oss en mulighet for å beregne og identifisere avvikene på trafikkmønsteret.

3.2.3 Styrker og svakheter ved kvantitativ studie.

Fordelen ved å benytte seg av kvantitative undersøkelser er at det er veldig tidsbesparende, spesielt når vi skal gå igjennom et stort antall sekundærdata. Det er god mulighet for avgrensninger, som fører til at vi kan gå igjennom kun den informasjonen som er av interesse.

Benytter vi oss av avanserte bearbeidingsmetoder som for eksempel data og statistikkprogram, kan vi presentere datafunnet i statistikk og figurer på en oversiktlig måte for videre analyse.

(Larsen, 2017, p. 28)

En fordel med å benytte seg av forhåndsregistrert data er at vi unngår frafall på informasjon. Vi kan altså da si noe om hele utvalget, noe som kalles å gjøre en statistisk generalisering. Bruk av registerdata vil dessuten være tidsbesparende, ulempen er at man kun får informasjon om adferd og lite om holdninger. Det positive med dette er at man skaper større objektivitet. (Larsen, 2017, p. 50)

Konsekvensen av å bruke registerdata er at man har mindre kontroll på den nødvendige informasjonen, dette er på grunn av at andre har samlet inn data på deres interessegrunnlag.

Det er utfordrende å forstå hva som ligger til grunn for ulykken kun ved analyse av registerdata og statistikk. Registerdata krever altså svært mye bearbeidelse for å være brukbar til noe annet enn enkle statistiske formål. Dermed er vi nødt til å analysere AIS data i form av normaltrafikk og tracks for å god nok forståelse av hendelsesforløpet.

Vi vil benytte oss av navigasjonssimulatorer for å estimere et gjennomsnittlig behov for varslings tid. Det er gjort få tidligere simuleringer av varslings tid, men det er nødvendig for å gi oss en forståelse på hvor lang tid i forveien det må varsles for å avverge en hendelse.

En annen ulempe er at det kan oppstå unøyaktigheter i databehandlingen, når det er snakk om et stort tallmateriale. Dette blir ganske relevant i vår sammenheng da datainnsamlingen baserer seg på et stort antall grunnstøtinger. (Larsen, 2017, pp. 28-29)

3.2.4 Troverdighet

Det er to ting som er svært viktig for vår undersøkelse, det er at vi sikrer høy grad av validitet og reliabilitet. Validitet handler om gyldighet eller relevans, altså at man måler det man faktisk skal måle. Dersom vi trekker slutninger på tynt datagrunnlag har man lav validitet, det er derfor viktig å benytte seg av pålitelige kilder.

Høy validitet tilsier at vi kan trekke de slutningene vi gjør, på grunnlag av de dataene vi har. Det er altså slutningene som skal ha høy validitet. Da er sammenhengen mellom problemstilling, teoretisk og operasjonell definisjon, variabler og indikatorer/indekser. Man har en høy validitet hvis begrepene har en operasjonell definisjon som dekker den teoretiske definisjonen på en god måte. (Larsen, 2017, pp. 45-46)

For å sikre høy troverdighet, må man også passe på reliabiliteten. Reliabilitet er pålitelighet, og det kan *defineres som graden av samsvar mellom ulike innsamlinger av data om samme fenomen basert på samme undersøkelsesopplegg*. (Grønmo, 2016, p. 242)

Reliabilitet handler om at undersøkelsen kommer frem til like funn, selv når undersøkelsesopplegget er gjort på ulike tidspunkt. Dette er svært viktig dersom man skal studere endringer. Det innebærer sammenheng mellom uavhengige datainnsamlinger på samme tidspunkt. Det er sammenlignbar data som er basert på samme undersøkelsesopplegg av ulike personer. Høy reliabilitet blir sikret dersom det er stort samsvar mellom data samlet inn i samme type undersøkelsesopplegg av ulike personer. I kvantitative undersøkelser vil høy reliabilitet bety liten grad av tilfeldige målefeil. (Larsen, 2017, p. 47)

3.3 Arbeidsprosess

3.3.1 Oppdrag fra Kystverket

I forløpet av arbeidet til bacheloroppgaven hadde vi et møte med Kystverket. Formålet med dette møtet var å få avklart deres ønsker med denne oppgaven. Deres ønske var at vi skulle analysere et utvalg av 152 grunnstøtte fartøy opp mot normal trafikk. Dette skulle fremstilles i statistikk etter fartøy som kunne vært varslet ved hjelp av et dynamisk risikoovervåkingssystem.

Anskaffelsen av primærdata er gjort tidligere av andre og dette kan medføre fare for å trekke feilslutninger. Skal man sikre høy validitet er det lurt å ta kontakt med eierne av sekundær dataene, med dette får man en bedre forståelse av metoden for datainnsamlingen. I dette studiet har vi blitt tildelt datagrunnlag av Kystverket, som er underlagt eieren av sekundærdataen (sjøfartsdirektoratet).

3.3.2 Analyse av registerdata

Startfasen baserte seg på å studere seilingsmønster, definere avvikspunkt, varslingsmulighet og resultatet ved en automatisk varsling. Som beskrevet ble datagrunnlaget hentet fra sjøfartsdirektoratets registreringer av skipsulykker fra 1981 – 2018. Det offentlige Excel dokumentet ble filtrert etter vårt behov. (Sjøfartsdirektoratet, 2015)

Det er viktig at våre slutninger samsvarer med dataene fra AIS tracks, normaltrafikk og registerdataen. Det er også veldig viktig å bruke tid på å forstå registerdataene og tallene, før man begynner å analysere.

Å bruke AIS Norge som verktøy var vårt første utgangspunkt, men vi oppdaget tidlig at programmet var utdatert og manglet en rekke nødvendige funksjoner. Dermed fikk vi tilgang til det nye programmet "kystdatahuset".

Analysen av filtrert registerdata foregikk nettopp i dette programmet. Ved analyse i kystdatahuset avdekket vi en rekke avvik. Blant annet;

1. Mangelfull AIS data
2. Feilrapporterte tidspunkter
3. Feilrapporterte posisjoner for grunnstøting

Det må nevnes at Kystverket startet testingen av Kystdatahuset i 2018. Vi er de første som har fått ekstern tilgang til beta testing. Dermed kan systemet ha feil og mangler i forhold til hva vi klarer å fremstille av AIS data. Dette har som konsekvens at vi kan ha ekskludert data som i realiteten kan benyttes for å avdekke muligheten for varsling.

Vi startet med å undersøke hvilke fartøy som hadde brukbar AIS – data, som ble gjort ved å behandle vårt datamateriale i Kystdatahuset. Dersom det var mangel på AIS data ville ikke forløpet til grunnstøtingene bli fremstilt i programmet. Dette førte til at grunnstøtinger med mangelfull data ble ekskludert for videre analyse.

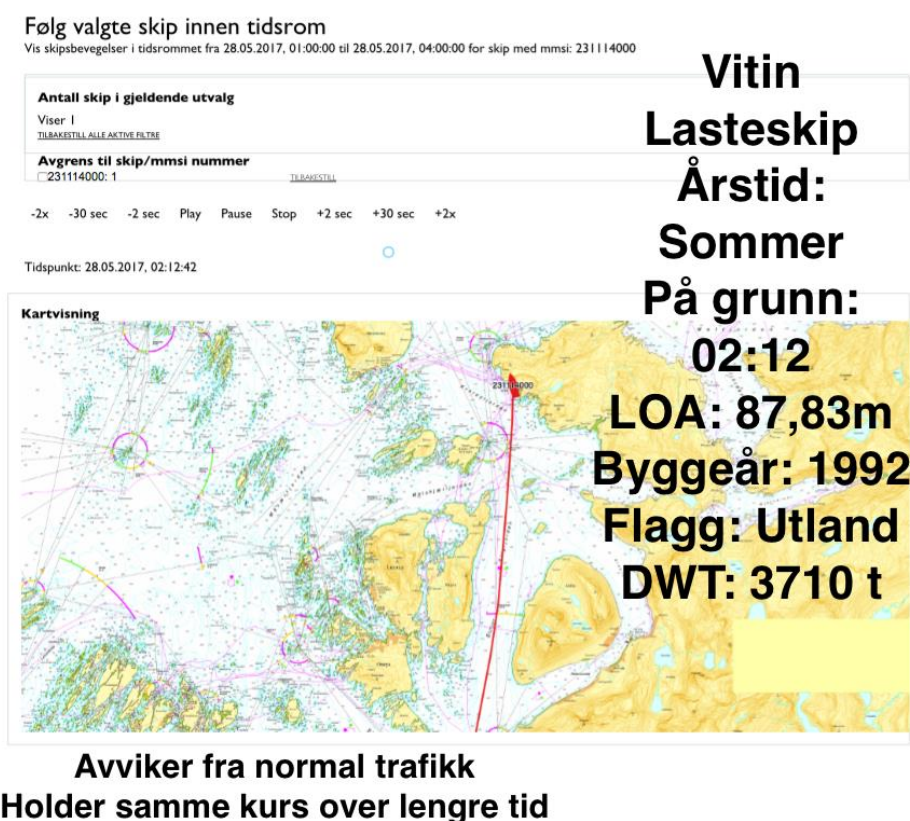
I prosessen ble 2/3 av hendelsene luket ut fra videre undersøkelse. Dermed kan ikke studiet identifisere avvik fra normaltrafikken for alle 152 innrapporterte grunnstøtinger. Det vil kun være mulig å analysere varslingsmuligheter opp mot avvik fra normaltrafikk for 1/3 av vårt datagrunnlag. Validiteten er noe redusert ettersom såpass mange hendelser er fjernet, men den har blitt vurdert som tilfredsstillende. Sjøfartsdirektoratets registerdata gir fremdeles informasjon om fartøyet, årstid, tidspunkt, flagg og posisjon for alle de 152 grunnstøtingene.

3.3.3 Behandling av analysert registerdata

På dette stadiet sitter vi igjen med 1/3 AIS registerdata som kan benyttes til videre analyse etter våre kriterier. Dette er data hvor man kan tydelig se hvor fartøyene har seilt og endt opp med grunnstøting. De resterende data er blitt brukt til fremlegging av statistikk.

De dataene man kunne se forløpet til grunnstøtingen ble videre sortert etter fartøystype, flaggstat, område, årstid, tidspunkt og annen informasjon vi anså som relevant (se figur 7).

Deler av denne informasjonen var ikke mulig å hente fra Kystdatahuset alene, men måtte utfylles med en kombinasjon av sjøfartsdirektoratets Excel-dokument og Marine Traffic. (Marine Traffic, 2019)



Figur 9 - Illustrasjonsbilde på analysemetode i Kystdatahuset

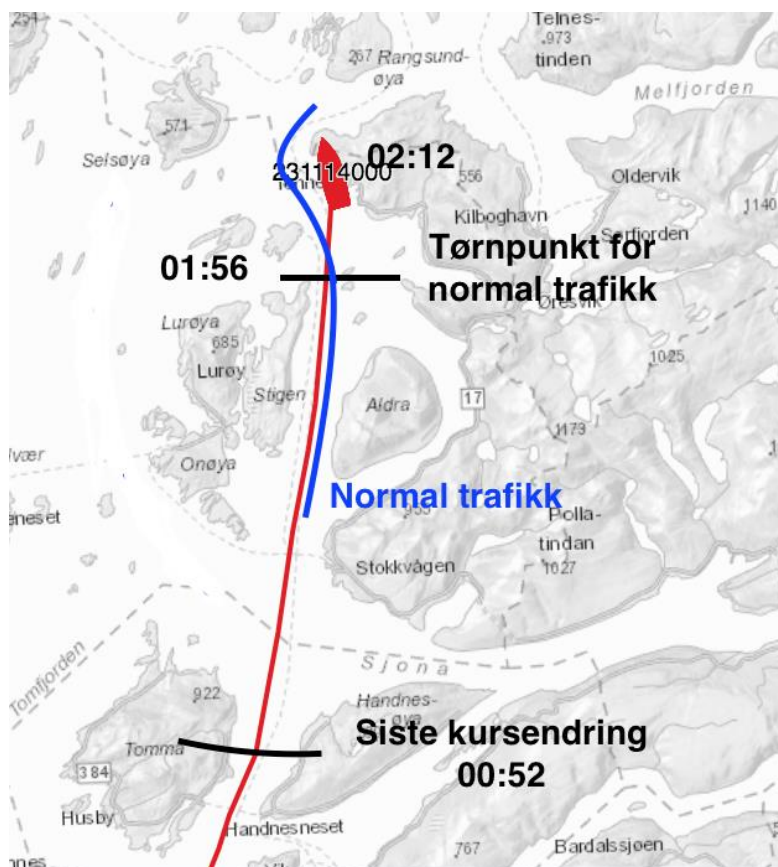
Det å benytte denne metoden for å behandle data har vist seg svært effektivt for å analysere hendelsesforløpet, lage statistikk og senere sammenligne opp mot normaltrafikk. Hendelsene ble så delt i grupper etter hvorvidt de ble vurdert til å kunne varsles eller ikke. Vurderingsgrunnlaget for dette var et markant avvik fra den normale trafikken. Fartøy som går i trange farvann kan være vanskeligere å avdekke varslingsmuligheter på, dette grunnet de små marginene på avstand og tid. Dersom fartøyene holdt samme kurs over lengre tid, spesielt på nattetid ga dette oss en mistanke om fatigue og uoppmerksomhet.

3.3.4 Avviksanalyse opp mot normal trafikk

Etter behandlingen av analysert data sammenlignet vi disse hendelsene med normaltrafikk, også ved hjelp av Kystdatahuset sine tjenester. Tracket til fartøyet ble tegnet opp over normaltrafikken, slik at vi kunne finne punkter hvor det var et merkbart avvik (se figur 10).

Det ble så notert ned tid fra avvik til grunnstøting, samt et forventet hendelsesforløp sammenlignet med normaltrafikken og eventuell relevant geografisk informasjon. Det er blitt lagt spesiell vekt på hvor fartøyet foretar eller ikke foretar seg et veivalg. I tilfellene hvor det er mistenkt at vakthavende har sovnet er dette notert ned. I disse tilfellene er det lagt vekt på at det har vært samme kurs over lang tid, samt tid på døgnet. Det kommer ikke frem av vår informasjon hvorvidt fartøyene har hatt utkikk på bro eller ikke, men det anses som sannsynlig at det ikke har vært mer enn en person på bro grunnet fartøyenes størrelse.

Ved å stille våre 3 hovedspørsmål kan man enklere avdekke hvorvidt en grunnstøting kunne blitt varslet, hvilken risiko den tar og hvor lang tid fartøyet trenger fra den uønskede hendelsen er oppdaget til situasjonen er avverget. På bakgrunn av dette dannet vi oss en skisse over hele situasjonen, inkludert track, normal trafikk, tørn punkt og tidspunkter.



Figur 10 - Illustrasjonsbilde på analyse opp mot normaltrafikk

3.3.5 Presentere våre funn i statistikk

Den behandlede data er videre ført inn i et Excel-dokument for å kunne benytte Dataprogrammet SPSS. Dette programmet gir oss en mulighet til å presentere våre funn i statistikker og figurer. Slik kan man analysere og drøfte sine kvantitative funn på en oversiktlig og god måte

3.4 Materialer

3.4.1 Kystdatahuset

Vi har behandlet rapporterte grunnstøtinger i Kystdatahuset. Dette verktøyet har gitt oss muligheten til å fremstille tidligere track fra skipet basert på AIS signal, slik at vi kan gjenskape hendelsesforløpet til grunnstøtingen. Dette er en nyutviklet side som er under beta-testing for Kystverket, og vi er de første eksterne brukere. Det at dette er et såpass nytt program kan føre til enkelte feil og «bugs», men etter vår erfaring med dette programmet har det kun resultert i bortfall av data, og ikke i endring av den. Det er derfor blitt vurdert til å være en tilfredsstillende kilde.

Passeringslinjer – Kystdatahuset

Passeringslinjer er en funksjon i Kystdatahuset. Denne funksjonen gjør at vi kan få opp et bilde av all trafikk som har blitt passert en valgt linje i et valgt tidsrom. Ved hjelp av denne funksjonen har vi et bilde på hvordan den normale trafikken beveger seg i et område.

Sporing av skip – Kystdatahuset

Ved å bruke Kystdatahuset har vi en mulighet for å spore skip i et valgt tidsrom. Vi får da opp AIS-tracket til fartøyet fra den valgte perioden. Denne funksjonen har vært til stor hjelp, da vi har hatt muligheten til å analysere seilassen i forkant av en grunnstøting.

Trafikk i område - Kystdatahuset

Benyttet til innhenting av statistikk i område, spesifikt på trafikk etter fartøytype per time. Her kan man velge kommune eller tegne rektangel i aktuelt område, og få opp trafikkdata i valgt periode.

3.4.2 SPSS

Vi overførte datafunnene fra ulykkesrapportene til sjøfartsdirektoratet til vårt eget Excel dokument, der vi kun fokuserte på skipsnavn, fartøygruppe, flagg, tidspunkt, årstid, område og kvaliteten på AIS tracket. Kvaliteten på AIS tracket hadde vi allerede definert fra å kjøre alle rapporterte hendelser i Kystdatahuset, disse ble markert etter brukbart, ikke brukbart og usikkert. Videre grupperte vi hendelsene etter varslingsmulighet, basert på tidligere analyser av trafikkbildet og enkelthendelsene. De ulike gruppene fikk tilegnet sin egen kode, slik at de kunne fremstilles i sammenliknbare diagrammer.

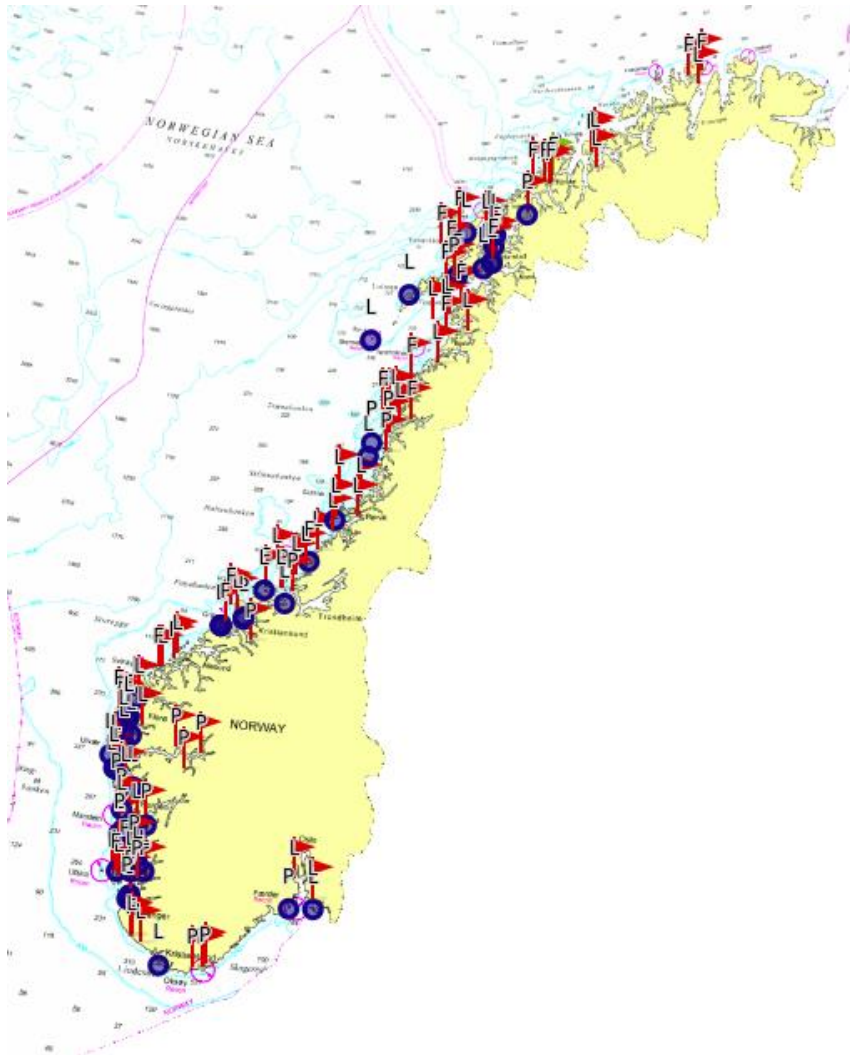
3.4.3 Simulator

For kvalitetssikring av våre funn valgte vi å kjøre to utvalgte grunnstøtinger i NTNUs skipssimulator av typen “Polaris Ship’s Bridge Simulator vers. 7.3.0 Build 2176”. Dette er en avansert navigasjonssimulator der man kan simulere maritime operasjoner. Simulatoren er utformet med de hjelpemidlene man finner på en “reell” moderne skipsbro, med for eksempel forskjellige typer styresystemer, kartplotter, radar, conningdisplay og kommunikasjonsutstyr. Dessuten har man et visuelt bilde av omgivelsene man seiler i, slik at det likner mest mulig på en virkelig seilas. Man kan simulere og planlegge seilaser, manøvrere skip, bestemme posisjoner, ha navigasjonstrening, koordinere SAR-operasjoner, bruke radar, ARPA og manøvertrening i alle slags værforhold.

Alle øvelsene kan kjøres i reprise for evaluering. (Kongsberg, 2019)

4 EMPIRI

4.1 oversikt over grunnstøtinger i Norge



Figur 11 - Geografisk oversiktsbilde over 152 grunnstøtinger (9)

Vi har brukt statistikken til sjøfartsdirektoratet til å kartlegge hvor de ulike 152 grunnstøtingene forekommer, utgangspunktet for posisjonene er også tatt herifra. Dessverre har vi opplevd at noen skip rapporterer grunnstøtingen når de ankommer havn, dermed klarer man ikke helt å få nøyaktig posisjon på grunnstøtingspunkt. I den følgende delen har vi benyttet oss av noen forkortelser. P står for passasjerskip, F er forkortet Fiskefartøy og L betyr Lasteskip. Videre har det seg slik at de blå sirklene markerer de skipene vi har brukbar AIS data på og kan tyde godt hva som har skjedd, mens de røde flaggene er fartøy som enten mangler AIS data, grunnstøter i operasjon eller har for mye utydelighet i hendelsen til at vi kan anse disse som brukbare.

Basert på figur 11 kan man se at i Nord-Norge er det hovedsakelig Fiskefartøy som grunnstøter, dette anslaget kan virke fornuftige ettersom det forekommer mye fiske i området. Det som er merkelig er at de fleste fiskefartøy er markert som ugyldige data med rødt flagg, det kan altså virke som om mange grunnstøtinger forekommer under fiskeoperasjoner eller at det er dårlig bruk av AIS data hos fiskeflåten. Det er uansett en sammenheng mellom Fiskefartøy som grunnstøter og manglende AIS data, man burde se nærmere på. En kan tenke seg til at noen fiskere velger å skru av AIS dataen når de er i fiskefeltet for å unngå konkurranse fra andre fiskefartøy, dermed kan det stemme at de grunnstøter uten at det er påvist noe track.

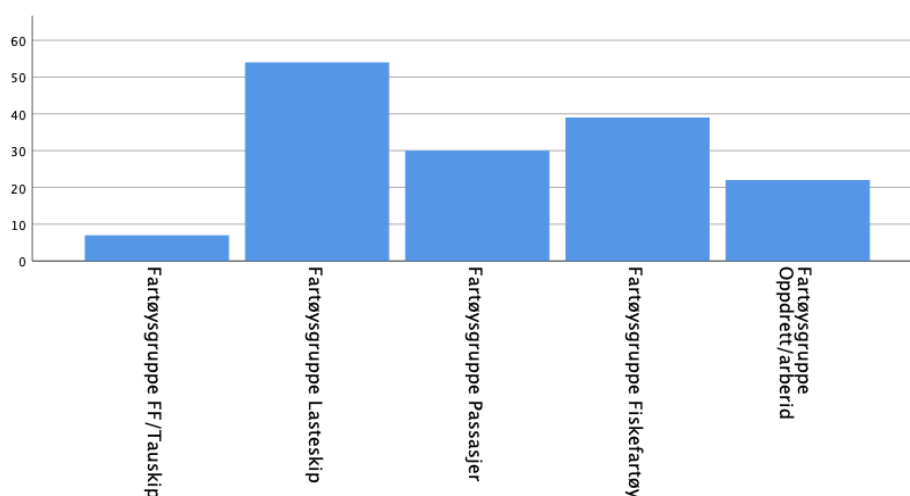
4.2 Statistisk oversikt over totale 152 grunnstøtinger

Ut fra vår analyse av 152 grunnstøtinger har vi produsert en del statistikker for å kunne fremstille resultatene på en god måte. Disse statistikkene bygger på Sjøfartsdirektoratets Excel-dokument over innrapporterte grunnstøtinger.

Oppgaven vil presentere grunnstøtingene i søylediagram og figurer. Fartøyene er delt inn etter de ulike kategorier: fartøystype, flaggstat, årstid, og tidspunkt. Disse figurene blir videre sammenliknet opp mot hverandre.

Våre funn starter med å fremstille tilgjengelig informasjon på alle de 152 grunnstøtingene, men vi vil snevre inn oppgaven i kapittel 5,3 etter de hendelsene som har brukbar AIS data og kan videre analyseres.

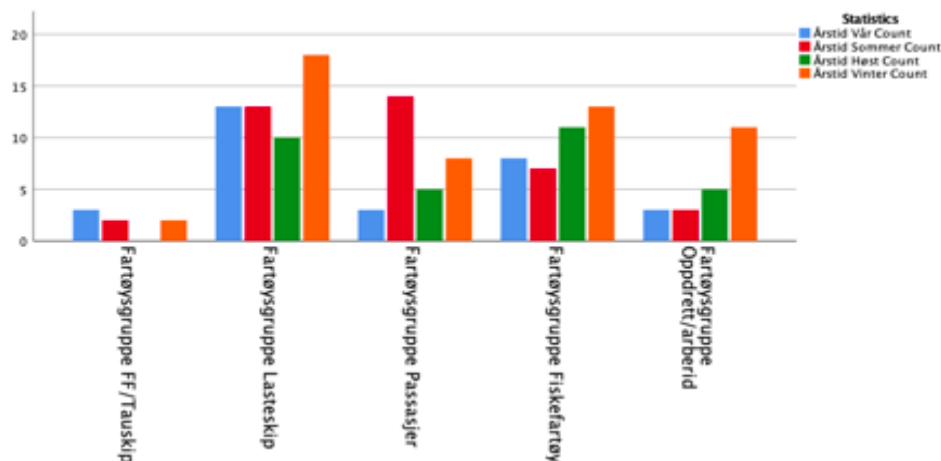
4.2.1 Fartøystyper



Figur 12 - Statistikk over grunnstøtinger delt inn i fartøygrupper

Figur 12 viser antall fartøy i de forskjellige fartøygruppene som grunnstøter fra perioden 2015 til 2018. Det er totalt sett 152 grunnstøtinger som er blitt analysert gjennom oppgaven. Disse hendelsene består av 36% lasteskip, 25% fiskefartøy, 20% passasjerfartøy, 14 % er fartøy knyttet til oppdrettsnæringen og 5% slepebåter/forskningsfartøy.

4.2.2 Årstid



Figur 13 - Statistikk over grunnstøtinger etter årstid delt inn i fartøygrupper

Figur 13 ovenfor illustrerer de individuelle fartøygruppenes sesongmessige variasjoner. Variasjonene er delt inn i vår, sommer, høst og vinter. Eksempelvis viser figur 13 at passasjerskip har en høyere frekvens i antall grunnstøtinger om sommeren, mens lasteskip og fiskefartøy grunnstøter mest om vinteren. Årsaken til dette kan være at det er økt cruisetrafikk om sommeren, samt enkelte ferge og hurtigbåtruter som er sesongbasert.

Vinterperioden er forbundet med dårlig vær og mørketid, noe som kan føre til økt antall grunnstøtinger. Det er om vinteren stor trafikk av fiskefartøy og oppdrettsbåter i Nord Norge, mørkeperioden her er lengre og fører til økt risiko.

Figur 14 og 15 viser at cruisetrafikken i Stranda kommune er veldig sesongbasert. Tallene sier oss at i perioden januar – april er det kun 81 fartøy som har navigert i området, men i perioden april-august er det hele 3057.

Trafikk i område: Stranda

Antall passeringer fra 2018-1 til og med 2018-4

[Skriv ut denne siden](#)

Antall ankomster i gjeldende utvalg

Viser 81

Aktive filter: Lengde (70-100 m, 100-150 m),

Figur 14 - Sjøtrafikk Stranda i perioden januar - april 2018 (9)

Trafikk i område: Stranda

Antall passeringer fra 2018-5 til og med 2018-8

[Skriv ut denne siden](#)

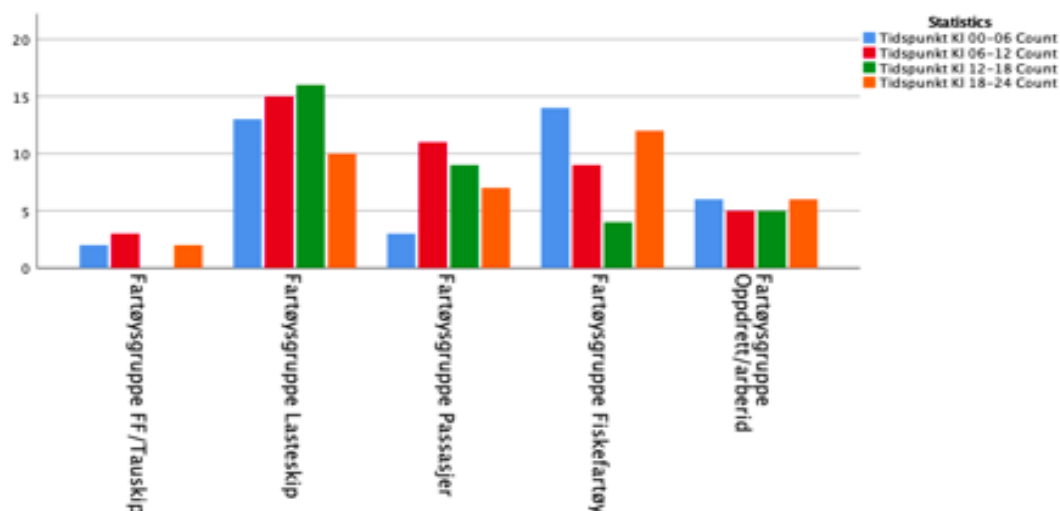
Antall ankomster i gjeldende utvalg

Viser 3,057

Aktive filter: Lengde (100-150 m, 150-225 m, > 225 m),

Figur 15 - Sjøtrafikk Stranda i perioden mai - august 2018 (9)

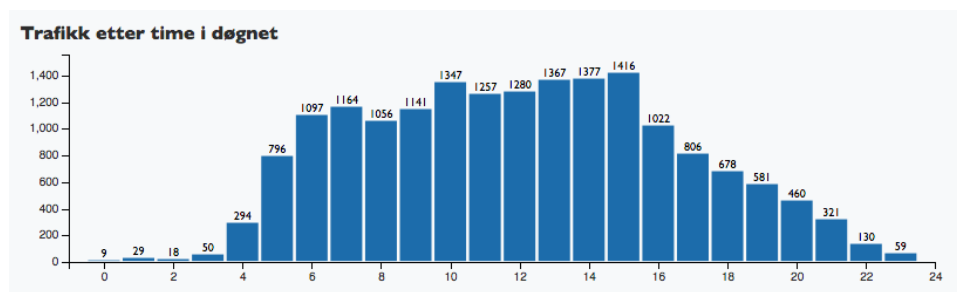
4.2.3 Tidsperiode



Figur 16 - Statistikk over grunnstøtinger etter tidspunkt delt inn i fartøygruppe

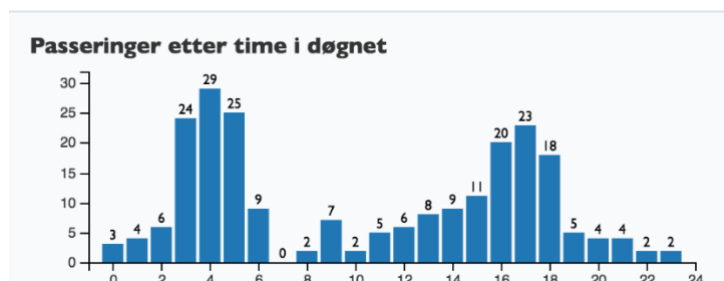
Figur 16 representerer tidspunkt for grunnstøtingene etter fartøygruppe.

Det fremkommer av statistikken at det er få grunnstøtinger med passasjerskip i tidsvinduet 00-06, dette kan ha en sammenheng med at disse fartøyene ligger til kai om natten. Primært gjelder dette ferger og hurtigbåter. Denne teorien kan styrkes ved å se på figur 17 som viser trafikkfrekvens etter klokkeslett for Bergen kommune. I perioden 00-04 er det nesten ingen trafikk.



Figur 17 - Trafikkmønster for passasjerskip i Bergen (9)

Videre kan vi se at det er lav frekvens for fiskefartøy på dagtid, dette kan skyldes at fiskefartøyene allerede er ute på feltet, der det forekommer mindre risiko for grunnstøting. Normalt er fartøyene i transit på kveld eller nattestid noe som kan føre til høyere risiko. Her kan fatigue være en faktor, spesielt etter lengre dager på feltet. Denne teorien kan styrkes ved å se på figur 18 som viser trafikkfrekvensen til fiskefartøy i Andenes.



Figur 18 - Trafikkmønster for fiskefartøy i Andenes havn (9)

De resterende fartøygruppene har lite særpreg på tidspunkt på grunnstøting, dette kan ha med at fartøyene går i risikable områder til alle døgnetstider.

4.3 Kvalitet på analysert AIS-data

		Fartøysgruppe ^a				Oppdrett/arberid	Total	
		FF/Tauskip	Lasteskip	Passasjer	Fiskefartøy			
Brukbar AIS ^a	Ja	Count	2	30	7	5	3	47
	Nei	Count	5	21	21	33	11	91
	Usikkert	Count	0	3	2	1	8	14
Total		Count	7	54	30	39	22	152

Figur 19 - Krysstabell for grunnstøtinger med AIS kvalitet sammenliknet med fartøygrupper

Totalt har vi analysert 152 rapporterte grunnstøtinger fra 2015 – 2018. Mange av disse var ikke egnet til analyse grunnet manglende og eller dårlig AIS-track. Som vist i figur 19 har vi gode muligheter til videre analyse av de 47 brukbare. AIS-tracks er gjennomgått ved bruk av Kystdatahuset sitt program. Her kan vi følge seilingsmønsteret til fartøyene en valgt tidsperiode, slik at vi kan få en fremstilling av tiden før grunnstøtingen.

Det er 91 grunnstøtinger som har et for dårlig grunnlag til AIS data. Dette vil si at i over halvparten av de rapporterte grunnstøtingene i tidsperioden kan vi ikke utføre en analyse av AIS-tracket, og derfor heller ikke vurdere varslingsmuligheter.

Det kan være mange mulige årsaker til manglende AIS data, eller at AIS signalet slås på/av idet grunnstøtingen inntreffer. Dette kan bety at skikkene for bruk av AIS er alt for dårlige og fartøy

opptrer uetisk. Det kan også bety at det forekommer tekniske feil i analyseprogrammet kystdata huset eller med fartøyets signal. Det er også episoder der det er utydelig hvor fartøyet grunnstøter eller lettere grunnstøtinger som fører til at fartøyet melder ifra på et senere tidspunkt. Dermed blir det vanskelig å ta slike type grunnstøtinger og analysere opp mot trafikken, da situasjonsbildet er uklart. Det er også en rekke fartøy som grunnstøter ved slepeoppdrag, fiske eller oppdrettsmerder og befinner seg dermed i trange farvann, disse fartøyene har så og si ingenting med det “normale trafikkbildet” å gjøre da de grunnstøter under sine normale arbeidsoperasjoner.

4.4 Analyserbart utvalg med tilfredsstillende AIS data

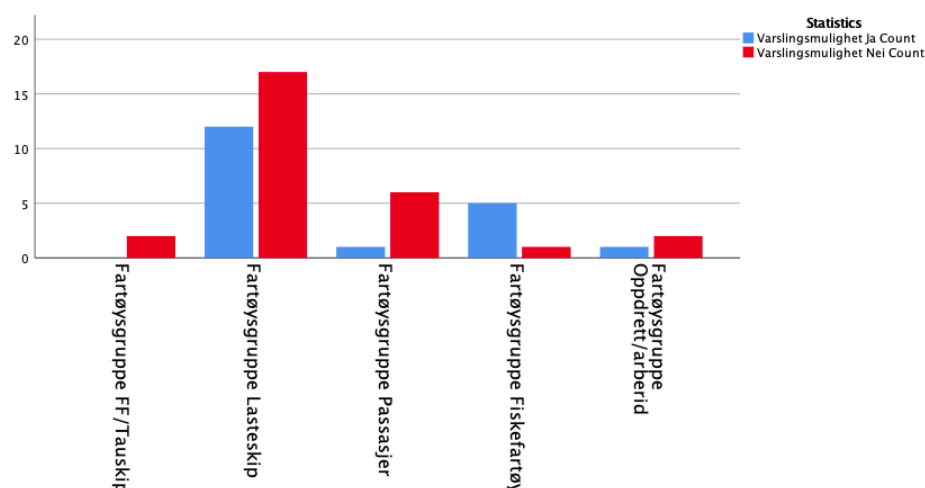
4.4.1 Varslingsmulighet etter flaggstat

			Flaggstat ^a		Total
			NOR	Utland	
Varslingsmulighet ^a	Ja	Count	13	6	19
	Nei	Count	20	8	28
Total		Count	33	14	47

Figur 20 - Krysstabell for grunnstøtinger med varslingsmulighet sammenliknet med flaggstat

Figur 20 illustrerer de 47 grunnstøtingene som var mulig å oppfatte og analysere på grunnlag av god nok AIS data. Figur 20 viser at 19 av disse kan varsles, men 28 kan ikke varsles. Det er overrepresentert av norske fartøy i undersøkelsen, dette indikerer at det finnes liten sammenheng mellom at fartøyet er utenlandsk eller ikke i forhold til grunnstøtingene.

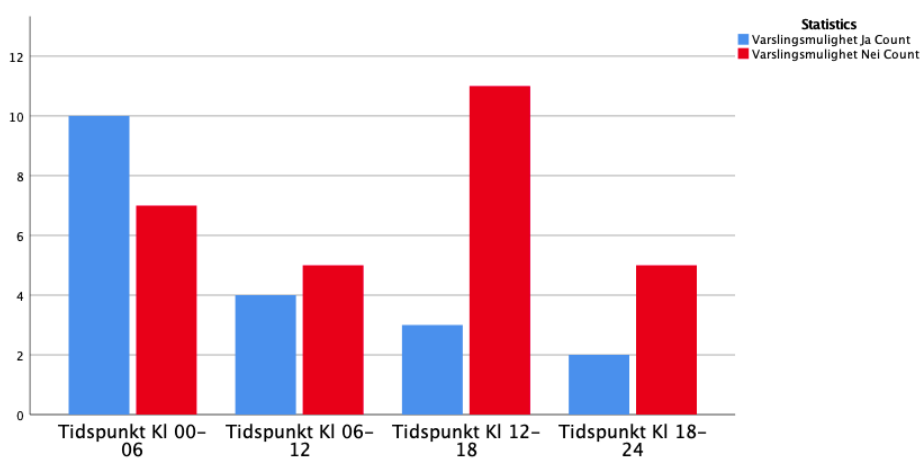
4.4.2 Varslingsmulighet etter fartøygruppe



Figur 21 - Statistikk på grunnstøtinger med varslingsmuligheter delt inn i fartøygrupper

Figur 21 presenterer varslingsmuligheter i forhold til fartøygruppe. Figuren fremstiller at 5 av 6 fiskefartøy er blitt vurdert til å kunne ha blitt varslet, mens kun 1 av 7 passasjerfartøy er blitt vurdert som mulighet for varsling. Dette kan tyde på for fiskefartøy er grunnstøtinger et resultat av risikable eller fravær av veivalg. Dersom et fartøy fraviker veivalg fra den normale trafikken vil det være enklere å muliggjøre varsling. For passasjerfartøy er det gjerne trangere farvann eller mer krevende navigasjon som er årsaken til grunnstøtingene, avvikene fra normaltrafikken er gjerne små. Lasteskip har en jevn fordeling av varslingsmulighet, dette kan ha en sammenheng over det varierende farvannet skipene seiler i.

4.4.3 Varslingsmulighet etter tidsperiode



Figur 22 - Statistikk over grunnstøtinger med varslingsmulighet delt inn etter tidsperiode

Som man ser i figur 22 og 23 er det stor variasjon i varslingsmuligheter i forhold til døgnperiode. Fartøyene som grunnstøter i perioden 00-06 har større varslingsmulighet, dette kan ha en sammenheng med fatigue, og at i hendelsene hvor dette kan ha vært en problematikk, er det ofte lange kurslegg med samme kurs. (Sjøfartsdirektoratet, 2012)

Nattseilas kan være krevende og man velger derfor mindre utfordrende ruter, det kan føre til lange strekninger uten kursendringer. Skulle man sovne på en slik strekning, kan man etter en stund avvike fra den normale trafikken og grunnstøte, slike hendelser skal i teorien kunne varsles. Søvn handler om fravær fra navigering.

Fartøyene som opererer fra 12-18 har liten mulighet for å bli varslet, det kan være på grunn av at man velger mer risikable ruter for å spare tid. I disse hendelsene fremkommer det at et minimalt avvik vil være nok til å grunnstøte grunnet små tidsmarginer og trange farvann, ettersom det er mindre sikkerhetsmarginer og grunnstøtingene ofte skyldes feilnavigasjon. Det er også en høyere frekvens passasjerfartøy som tidligere vist kun 1 av 7 kunne varsles (figur 21).

Det ble fremstilt i figur 16 at det er mindre korrelasjon mellom grunnstøtinger av lasteskip og tidsperiode, sammenlignet med andre fartøystyper. Passasjerskip og fiskefartøy har større hyppighet i forhold til enkelte tidsperioder. Dette kan gjerne skyldes tiden de er aktive.

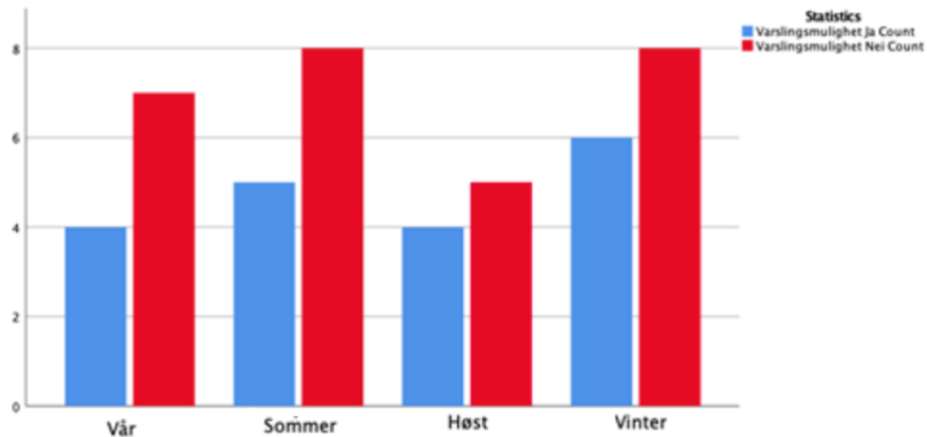
Perioden 00 – 06 er det enklere å varsle mulige grunnstøtinger. I figur 16 var det en klar sammenheng på at passasjerskip ikke grunnstøter mellom tidsperioden 00- 06, på grunn av at de ligger til kai, som vist i figur 17.

I figur 22 og 23 kan man se at samme periode har større varslingsmuligheter, noe som kan indikere at fartøy foruten passasjerskip er enklere å varsle på forhånd, eller at det er lettere å varsle i denne perioden.

			Tidspunkt ^a				
			KI 00-06	KI 06-12	KI 12-18	KI 18-24	Total
Varslingsmulighet ^a	Ja	Count	10	4	3	2	19
	Nei	Count	7	5	11	5	28
Total		Count	17	9	14	7	47

Figur 23 - Krystabell over grunnstøtinger med varslingsmuligheter sammenliknet etter tidsperioder

4.4.4 Varlingsmulighet etter årstid



Figur 24 - Statistikk over grunnstøtinger med varlingsmuligheter delt inn etter årstid

Figur 24 illustrerer varlingsmuligheter etter årsperioder. Det tyder på at det er større mulighet for varsling på vinterstid, dette kan skyldes økt frekvens av fiskebåter. Det kan også være at skip velger tryggere og mer definerte veivalg på vinterstid, på grunn av vær og sikt. Ellers er varlingsmulighetene forholdsvis likt for de ulike årsperiodene, årstidene har mindre betydning for varlingsmulighet.

5 ANALYSE

5.1 Varslingsmuligheter

I foregående kapitler kom det frem at 19 hendelser kunne på forhånd vært varslet. I forhold til fartøygrupper var dette henholdsvis 12 lasteskip, 5 fiskefartøy, 1 passasjerskip, 1 oppdrettsfartøy og ingen slepe/forskningsfartøy. Av disse 19 hendelsene har vi valgt å se nærmere på 5 hendelser for å vise grunnlaget for våre funn.

For å få et bilde på oppmerksomhet, og hvor lang tid det tar fra fartøyet har endret kurs sist til det grunnstøter har vi analysert disse tracksene. Vi har brukt sentralitetsmål som gjennomsnitt og median på de 19 grunnstøtingene. Den totale gjennomsnittstiden skipet bruker fra kursendring til grunnstøting er 39 min og 45 sek, i gjennomsnittsmålingen forekommer det noen avvik vi må ta hensyn til. For eksempel har et skip holdt samme kurs i 121 minutter, mens et annet fartøy har brukt 5 minutter.

Fordelen ved å bruke median i stedet for gjennomsnitt er at median er mer stabil i forhold til ekstreme observasjoner som i vårt tilfelle, spriket mellom 121 og 5 minutter er stort. Medianen setter alle de 19 tidspunktene i stigende rekkefølge og tar ut den verdien som er i midten, i vårt tilfelle er medianen 25 min og 30 sek.

Faktumet at medianverdien for tiden et skip bruker fra siste kursendring til det grunnstøter kan indikere på uoppmerksomhet.

Vi har gått igjennom og analysert alle de 19 grunnstøtingene vi mener kunne vært varslet, videre i oppgaven kommer vi til å trekke ut 5 hendelser som vi forklarer i dybden. For å kvalitetssikre analysene har vi kjørt representative simulatorøvelser, slik at vi kan beregne reaksjon og varslingstid.

5.1.1 Grunnstøting av lasteskipet Tonny

Navn på fartøy: Tonny

Type fartøy: Lasteskip

Lengde: 47 meter

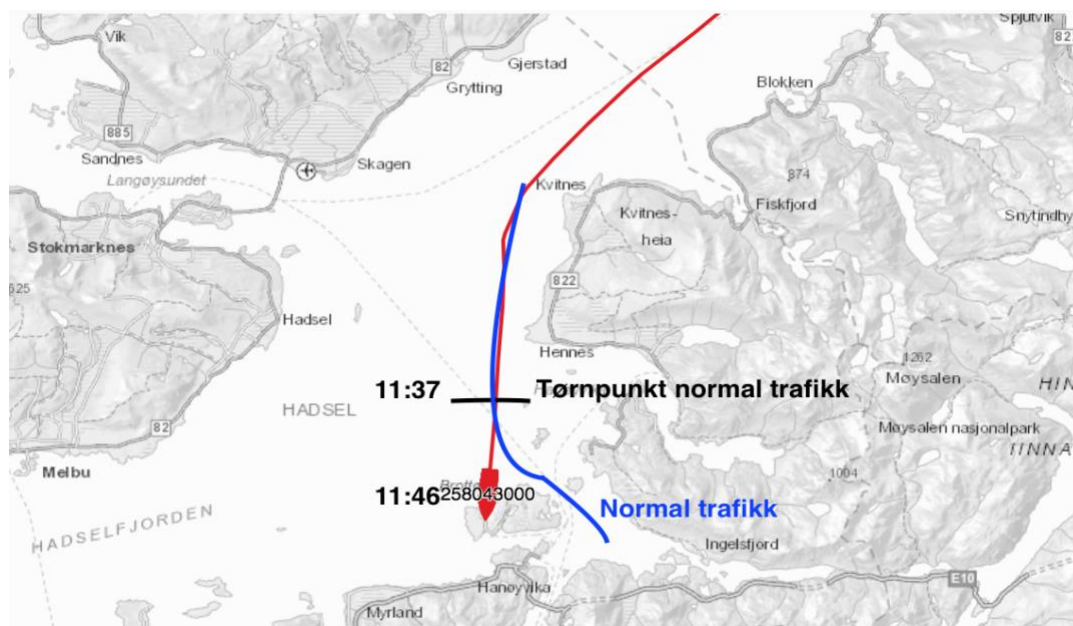
Når på døgnet: 11:47

Når på året: 04.02.2017

Området: Stokmarknes

Grunnstøtingen til Tonny er illustrert i figur 25. Illustrasjon av farvann med markert posisjon ligger i vedlegg 1, som kartutsnitt 1.

Tonny er et lasteskip på 47 meter, og er sørgående i Hadsselfjorden. Fartøyet følger normal trafikk frem til tvers av Sandøyskjæran. Tvers av Sandøyskjæran foretar normal trafikk et tørn østover og videre inn Ingelsfjorden. Tonny avviker fra normal trafikk ved unnlattelse av tørn og går på grunn 9 minutter etter passert tørnpunkt. Fartøyet bruker 29 minutter fra siste kursendring til det grunnstøter, noe som kan tyde på uoppmerksomhet. Avviket fra den normale trafikken er tydelig, og ut fra dette mener vi hendelsen kunne vært varslet.



Figur 25 - Analysebilde av Tonny sitt seilingsmønster sammenliknet med normaltrafikk (9).

5.1.2 Grunnstøting av lasteskipet Roslagen

Navn på fartøy: Roslagen

Type fartøy: Lasteskip

Lengde: 55 meter

Når på døgnet: 03:34

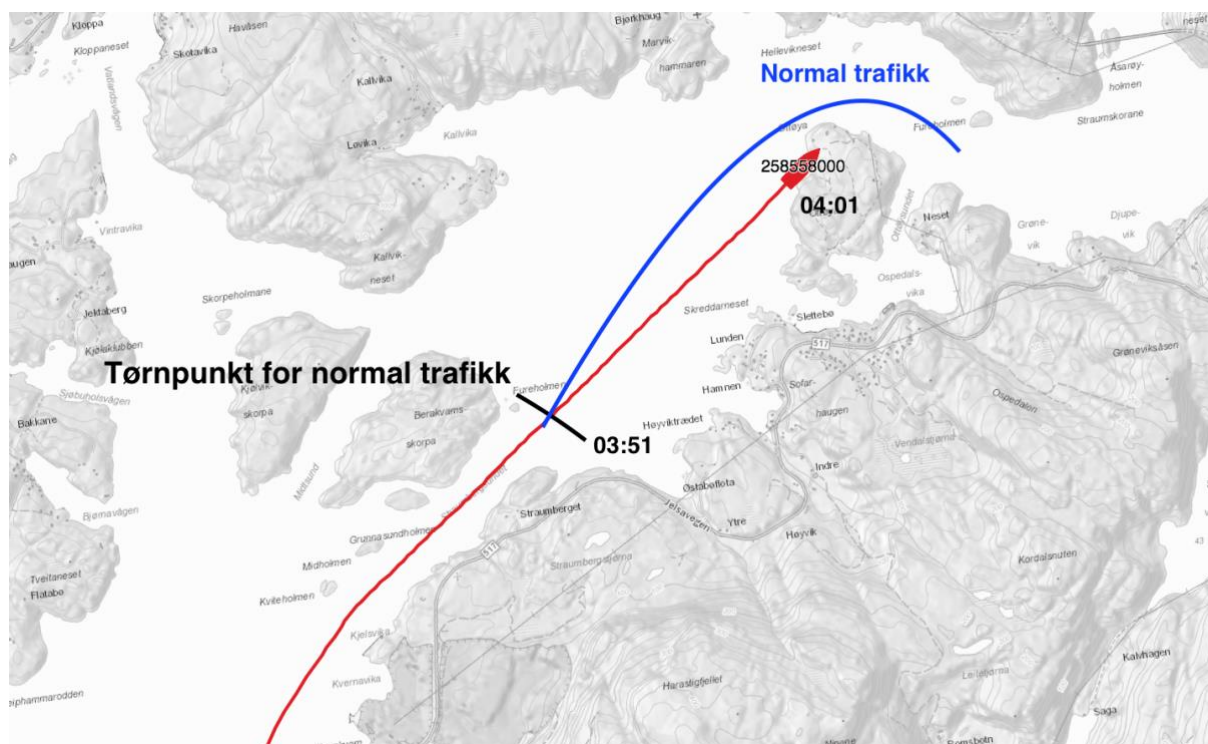
Når på året: 17.11.2016

Området: Rogaland / Sandeid

Vår mening om mulighet for varsling: Ja

Grunnstøtingen til Roslagen er illustrert i figur 26. Illustrasjon av farvann med markert posisjon ligger i vedlegg 1, som kartutsnitt 2.

Roslagen er nordgående i Straumbergsundet mot Sand. Fartøyet følger normal trafikk frem den ikke gjør en kursendring tvers av Kviteholmen. Denne kursen holder fartøyet i 15 minutter før de går på grunn. Kursen Roslagen velger samsvarer ikke med den normale trafikken i området, ettersom det tar 10 minutter fra normaltrafikkens tørnpunkt til grunnstøting inntreffer. Avviket er spesielt synlig etter tvers av vestkant land Lunden. Ut fra situasjonsbildet mener vi det er mulighet for varsling.



Figur 26 - Analysebilde av Roslagen sitt seilingsmønster sammenliknet med normaltrafikk (9).

5.1.4 Grunnstøting av passasjerfergen Gjemnes

Navn på fartøy: Gjemnes

Type fartøy: Ferge

Lengde: 64 meter

Når på døgnet: 23:45

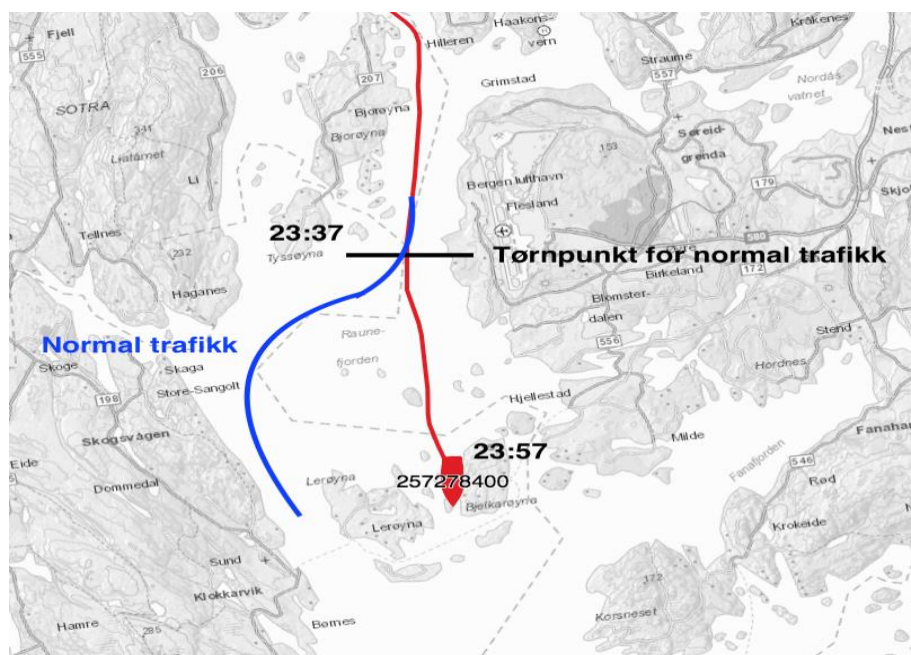
Når på året: 11.08.2017

Området: Sunnhordaland

Vår mening om mulighet for varsling: Ja

Grunnstøtingen til Gjemnes er illustrert i figur 28. Illustrasjon av farvann med markert posisjon ligger i vedlegg 1, som kartutsnitt 4.

Gjemnes er sydgående i Raunefjorden. Fartøyet følger den normale trafikken helt frem til tvers Slettevika. Her velger Gjemnes å gå på motsatt side av normal trafikk. Området fartøyet valgte er ikke egnet for fartøy på denne størrelsen. Ut fra statistikken kan vi se at det er normalt ingen fartøy over 24 meter som velger denne seilingsleden. Gjemnes har et dyptgående på 4,2 meter, og det er ingen fartøy med dyptgående over 2 meter som har valgt denne seilingsleden i hele 2016. Det tar 20 minutter fra Gjemnes avviker normal trafikk til det grunnstøter, ut ifra dette mener vi Gjemnes kunne vært varslet. Varslingsmulighet gjelder både ved avvik fra normal trafikk og størrelse på fartøy i forhold til området. Gjemnes bruker 12 minutter fra siste kursendring til det grunnstøter, men basert på farvann og tidligere kursendringer er det lite som peker på uoppmerksomhet fra navigasjonen.



Figur 28 - Analysebilde av Gjemnes sitt seilingsmønster sammenliknet med normaltrafikk (9).

5.1.5 Grunnstøting av lasteskipet Vitin

Navn på fartøy: Vitin

Type fartøy: Lasteskip

Lengde: 88 meter

Når på døgnet: 02:12

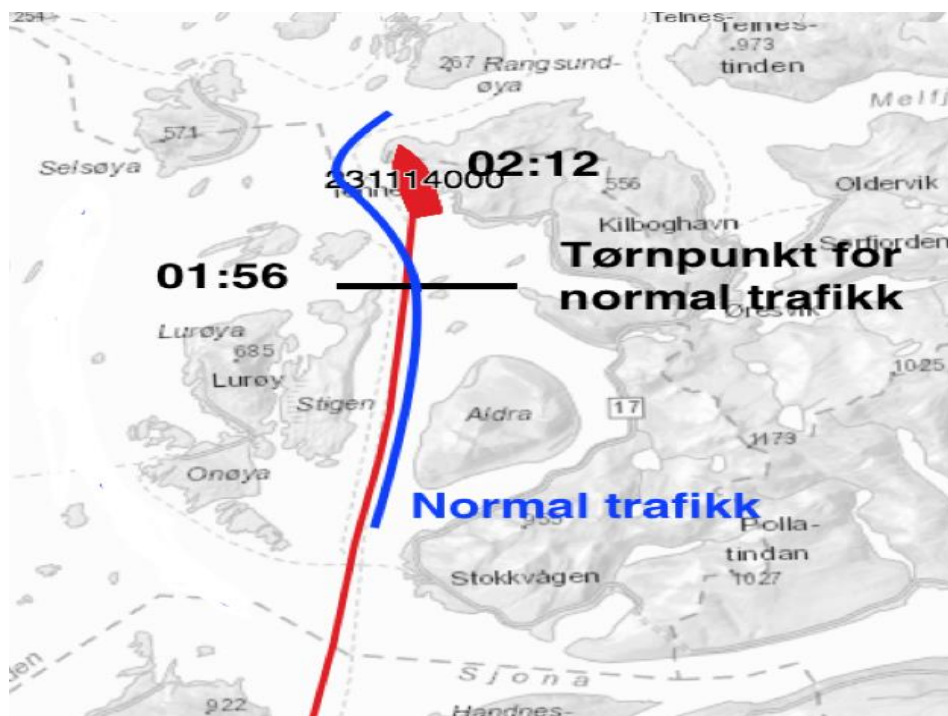
Når på året: 28.05.2017

Området: Helgeland

Vår mening om mulighet for varsling: Ja

Grunnstøtingen til Vitin er illustrert i figur 29. Illustrasjon av farvann med markert posisjon ligger i vedlegg 1, som kartutsnitt 5.

Vitin er nordgående i Kvarøyfjorden. Fartøyet følger normal trafikk frem til det er tvers av Innerkvarøya. Her vil normal trafikk foreta seg et babord tørn for videre seilas nordover i fjorden. Vitin passerer Innerkvarøya med stevnende kurs mot Løngholmen. Det tar 8 minutter fra normaltrafikkens kursendring til Vitin går på grunn. Vitin foretok seg ikke en kursendring ved normaltrafikkens tørnpunkt, og har holdt samme kurs i 31 minutter. På grunnlag av dette mener vi fartøyet kunne vært varslet.



Figur 29 - Analysebilde av Vitin sitt seilingsmønster sammenliknet med normatrafikk (9)

5.2 Kvalitetssikring av analysene ved simulatorbruk

5.2.1 Simulatorøvelse

For å teste om varsling ville vært mulig planla vi å kjøre alle de 5 utvalgte seilasene i en navigasjonssimulator. Men grunnet mangel på kartdata ble kun innseilingen mot Sauda og Syd for Vatløstraumen brukt, altså seilasene til Roslagen og Gjemnes.

Roslagen

En modell av kjemikalietanker ble brukt, som var det nærmeste simulatoren hadde til å være en liten kystbulker. Det ble benyttet 3 navigasjonssimulatorer til øvelsen, det var bemanning på alle 3 og scenariet var likt på alle broene. Det var ønskelig å få et anslag på hvor lang tid man fra uoppmerksomhet til man har klart å orientere seg tilbake på broen og ha kontroll på skipet. For at dette skulle være simulert på best mulig måte startet vi simulatorene, mens deltakerne av undersøkelsen var på debrief-rommet. Det ble gitt lite detaljer til kursdeltakerne i forveien. Planen var at deltakerne ikke skulle være "alerte" til navigasjonsmessige formål, og fikk dermed snakke fritt.

Utgangspunkt nummer 1

Utgangspunkt nummer 1 var at simulatorene skulle kjøres mens alle var på debrief rommet, Simulatorene ble startet og vi ventet på at fartøyene ville ankomme den ønskede posisjonen, hvor vi mente ville være normalt å gjøre en kursendring i forhold til normaltrafikk og rutevalg. Da fartøyet hadde kommet på ønskelig posisjon ga vi klarsignal på at deltakerne kunne gå på broene, og orientere seg som de normalt sett ville gjort. Det var allerede klargjort en rute, slik som det normalt sett ville vært på en bro. Dette fører til at man enklere klarer å oppfatte at man avviker fra planlagt rute, og dessuten rette opp til riktig kurs.

Fartøyet hadde kursen mot grunn med en fart på 9 knop, og vi skulle måle hvor lang tid det tok fra at de forlot debrief rommet, til de klarte å oppdage fartøyets avvik fra ruten, og at de var vei mot fare, til de fikk kontroll på skipet. Meningen med dette var å få en slags simulert tidsperiode det tar å bli oppmerksom eller og bli varslet, til man agerer på å endre kurs. Dersom ingen agerer etter 1 min på å endre kurs, skulle vi kalle dem opp og fortelle at de er på vei mot grunn, denne varslingen var ment som å være et system som varsler i det den merker avvik fra normaltrafikk. Det var ønskelig å måle om hvorvidt de endret kurs, fart eller begge deler.

Resultat simulering 1 Roslagen

simulatorbro	Tidsbruk i minutter: sekunder
1	01:24
2	01:55
3	03:00

Figur 30 - Oversikt over målt tidsbruk i minutter : sekunder

Vi målte tiden det tok fra at deltakerne hadde blitt bedt om å forlate debrief rommet til å ha styrt unna kollisjonskurs. Figur 30 fremstiller våre funn, der man kan se at det var et stort sprik på tidsbruken til de tre navigasjonsbroene. Første bro brukte 1 minutt og 24 sekunder, bro nummer 2 brukte 1 minutt og 55 sekunder, mens den siste broen brukte nøyaktig 3 minutter.

Utgangspunkt nummer 2

Dette utgangspunktet skulle ta for seg hvordan en bemannet VTS ville ha anropet, basert på å se klart og tydelig et visuelt avvik + at fartøyet foretar noe unormalt. I stedet for varsling basert på avvik fra normaltrafikk, styrt av algoritmer.

Etter at vi hadde gjort nødvendige målinger på øvelse nummer 1, gikk vi over til øvelse nummer 2. Skipene ble satt tilbake på posisjon for å kjøre samme seilas på nytt, fartøyene ble instruert til å holde 9 knop og styrte mot land. I dette tilfellet holdt deltakerne seg på broen hele tiden og skulle oppføre seg normalt, det eneste klare instruksjonen de fikk var å holde kurs og fart. Vi hadde allerede satt et definert avvikspunkt, der en VTS enkelt kunne ha sett på det visuelle at et fartøy foretar seg noe merkelig, dette ble gjort noen minutter etter avviket fra normaltrafikken. Utvalgt punkt for varsling under dette scenariet er illustrert der skipet befinner seg på figur 31.



Figur 31 - Illustrasjonsbilde for varslingspunkt under simulatorøvelse (9).

Idet de kommer til vårt definerte punkt, skulle vi varsle skipet som en simulert bemannet VTS. Her skulle vi måle hvor lang tid deltakerne brukte på reaksjon fra beskjed fra VTS til å justere kurs/fart, samtidig var det interessant om de klarte å avvike.

Resultat simulering 2 Roslagen

Simulatorbro	Tidsbruk i sekunder
1	20
2	25
3	35

Figur 32 - Oversikt over målt tidsbruk i sekunder

Det varslet etter at øvelsen hadde pågått i 6 minutter og 10 sekunder, som nevnt ovenfor skulle vi måle tiden det tok fra varsling til man igangsatte en unnamanøver. Figur 32 viser våre funn, første reaksjon skjer 20 sekunder etter varsling, hvor de 2 andre broene reagerer i 10 sekunders forsinkelser fra første bro.

Gjemnes

Fartøysvalget var en passasjerferge som lignet fartøyet Gjemnes. Rekonstruksjonen av seilassen opp mot normaltrafikk til Gjemnes ble vist før de inntok simulatorene, det ble diskusjon om forslag til hva Gjemnes burde gjort. Deltakerne ble instruert til å gå på broen, men de skulle forsøke å gjøre det Gjemnes faktisk gjorde (avvike fra normaltrafikken, og følge Gjemnes sin seilte rute). Øvelsen skulle ta skipene så langt at man enkelt og tydelig kunne oppdage at fartøyet hadde beveget mot ruskete farvann, og dessuten avviker fra normaltrafikk. Det utgangspunktet vi har tatt for varsling er omtrent der skipet befinner seg på figur 33.



Figur 33 - Illustrasjonsbilde for varslingspunkt under simulatorøvelse (9).

Etter at øvelsen hadde pågått i 3 minutter og 15 sekunder ble fartøyene varslet og bedt om å snu da de var på vei mot farefullt område. Reaksjonstiden var på henholdsvis 25, 29 og 31 sekunder, dessuten klarte alle fartøyene å stoppe i tide og snu tilbake til normaltrafikk.

6 DRØFTING

Opgavens utgangspunkt var å vurdere mulighetene for å avverge grunnstøtinger ved hjelp av et dynamisk risikoovervåkingssystem. Vi har benyttet oss av tre hovedspørsmål som et verktøy for å oppnå resultater og bearbeide våre funn. I de påfølgende delkapitlene vil vi drøfte våre funn opp mot problemstillingen.

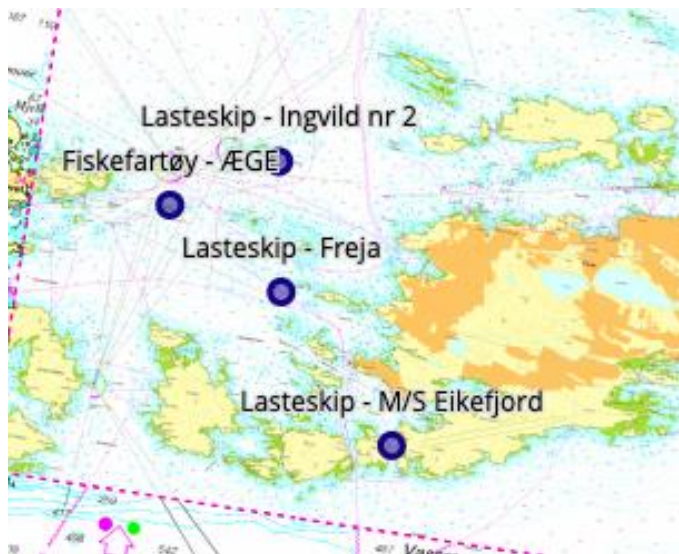
6.1 Varsling basert på avvik fra normal trafikk

Fartøy som navigerer langs Norges kyst følger som regel et fast seilingsmønster. Dette mønsteret er analyserbart og gjennomsnittet av disse mønstrene vil være den normale trafikken. Når et fartøy beveger seg utenfor dette mønsteret skal dette avviket kunne oppdages ved hjelp av et dynamisk risikoovervåkingssystem. Basert på vår empiri er det 19 av 47 fartøy i perioden 2015-2018 som gjør et såpass markant avvik fra den normale trafikken at det kan varsles og unnvikes.

Et eksempel på dette er grunnstøtingen til Roslagen. I området Roslagen navigerer i er det et definert punkt der den normale trafikken vil foreta en kursendring. Roslagen foretar ikke denne kursendringen og avviker dermed fra den normale trafikken. Det går 10 minutter fra dette punktet til fartøyet går på grunn.

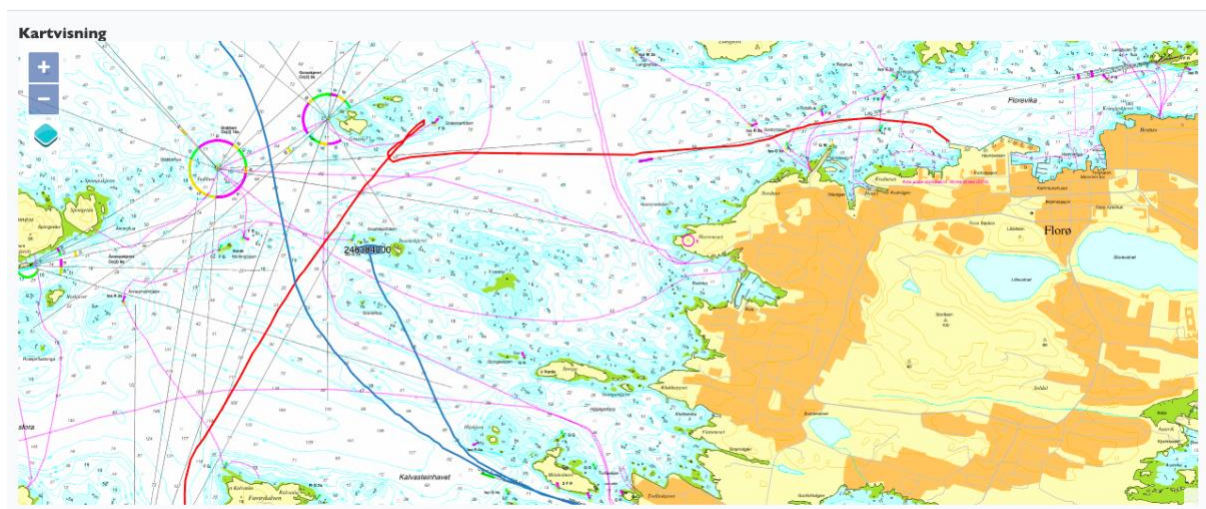
Simulatorøvelsen på nettopp denne hendelsen er med på å styrke påstanden vår, deltakerne som var simulert uoppmerksomme brukte mellom 1-3 minutter fra varsling til fullført unnamanøver. Våre deltakere var førsteårsstudenter på Nautikk, og det kan forventes at sertifiserte navigatører responderer på tilsvarende eller bedre måte. Ettersom øvelsen er simulert, vil det forekomme noen svakheter i denne påstanden. Har det seg slik at for eksempel navigatøren har sovnet, eller ikke er tilstedeværende har man ingen garanti på at varsling vil nå frem. Denne usikkerheten fører til at risikoen for grunnstøting øker. Dessuten vil en simulert øvelse ofte ha det faktumet at deltakerne er forberedt på at noe uventet kommer til å skje, samtidig som at det ikke har noen reell konsekvens.

6.2 Fartøy som ikke kunne blitt varslet



Figur 34 - Kartutsnitt over grunnstøtinger utenfor Florø (9).

I denne oppgaven har Florø vært et område som har skilt seg ut. Figur 34 viser at det har vært rapportert om 4 grunnstøtinger i området. Dette er et område hvor vi mener at varsling vil være utfordrende, noe vi skal beskrive nærmere nedenfor ved å analysere bilder av enkelte hendelser.

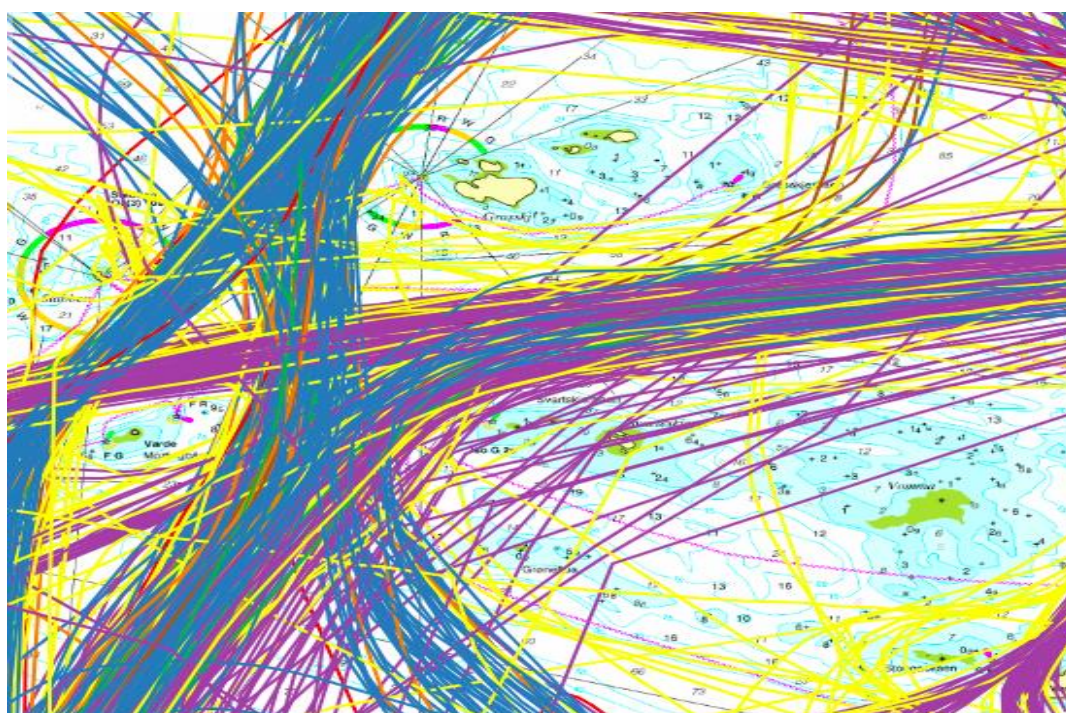


Figur 35 - Illustrasjonsbilde over to grunnstøtinger i en 24 timers periode (9).

Figur 35 viser 2 fartøy som grunnstøter i samme område utenfor Florø i Juni 2017. Disse hendelsene skjer på dagtid og har kun 24 timers mellomrom. Grunnstøtingene skjer svært nærme hverandre, og det er kun 555 meter mellom de to hendelsene. Ved første øyekast kan det virke som om disse fartøyene har kurs mot et risikabelt område, men i praksis følger fartøyene normaltrafikken nesten helt frem til grunnstøtingen.

I figur 36 illustreres tracks fra trafikken som har gått i området mai 2017 – august 2017. Her ser man hvor normaltrafikken beveger seg i området, og det fremkommer at det skal svært små avvik til før man befinner seg i et risikabelt område. Ettersom farvannet er trangt vil det være små marginer fra seilingsleden til potensielle farer. Dersom man skulle implementere Kystverkets anbefalte seilingsruter i dette området, vil det fremdeles være svært utfordrende å identifisere avvik ettersom at farleden på enkelte plasser ikke er bredere enn 500 meter. En konsekvens av dette kan være falske alarmer. Hvis skipet må utføre en vikemanøver er det stor sannsynlighet for at de vil avvike nok fra normaltrafikken til at det blir varslet, uten at det er behov for det. Falske alarmer kan føre til at situasjonsbildet blir feiloppfattet av de involverte parter. Sammenlikner man fartøyene i figur 35 med trafikkbildet i figur 36 vil det gi et klarere bilde på utfordringen.

Veivalgene til fartøyene i figur 35 virker fornuftig ettersom de følger det normale trafikkbildet helt inntil kort tid før grunnstøtingen inntreffer. Når avviket er identifiserbart vil marginene være for små til å nå frem med varslings.



Figur 36 - Illustrasjonsbilde over trafikkmønster i Florø juni 2017 (9).

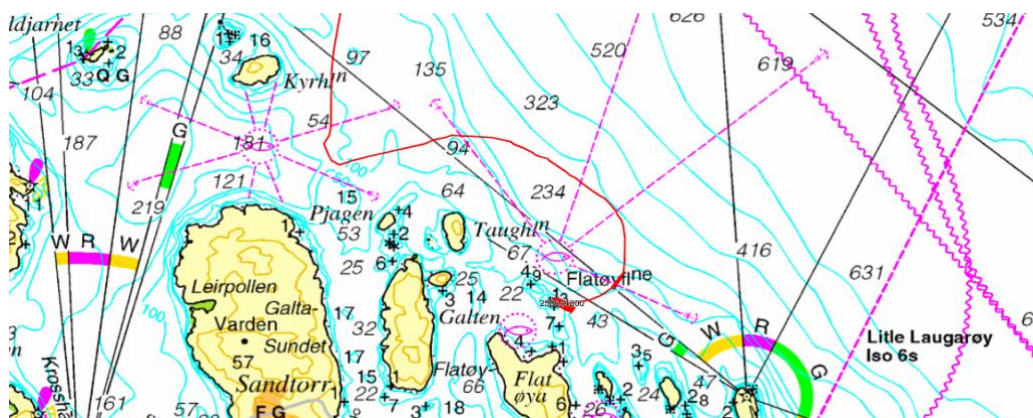
6.3 Varslings i trange farvann

Med tanke på navigasjon har Norge en utfordrende skjærgård, og trafikk i disse område vil være unngåelig. På bakgrunn av dette er det gjort en rekke risikoreduserende tiltak både på land og ombord fartøyene. Selv med disse tiltakene viser vår statistikk at det fortsatt forekommer grunnstøtinger i trange farvann.

Det kan være utfordrende å varsle i trange farvann på grunn av små tidsmarginer, blant annet tar fartøy ofte rutevalg basert på tidsbesparelser og nedprioriterer sikkerhet. Bruken av anbefalte seilingsruter vil være et risikoreduserende tiltak, da det er faste punkter for rutevalg. Dersom et fartøy ikke foretar seg et rutevalg ved dette punktet kan et avvik være enklere å oppdage. Et eksempel på dette kan være veivalget til Gjemnes. Dette rutevalget skiller seg svært tydelig fra normaltrafikken og tidsmarginen for varsling kan ansees som tilstrekkelig. Basert på AIS sporet ser man at fartøyet avviker fra den normale trafikken for å seile mot et svært trangt farvann, med sannsynlig hensikt om å spare tid. Det er lite som tilsier at Gjemnes sitt veivalg er fornuftig, ettersom tidsmarginene for grunnstøtinger minker og risikoen blir større.

6.4 Fartøy under operasjon

Fartøy som grunnstøter under operasjon vil være utfordrende å varsle, ettersom man har mindre grunnlag for forhåndsvarsling. Slike fartøy har ofte ingen bestemt seilingsled definert etter avgangs/ankomsthavn. Disse vil normalt sett operere i trange farvann og følger dermed ikke normaltrafikken. Identifikasjon av avviket fra normaltrafikk samt varsling vil derfor være vanskelig. Dette gjelder som regel fartøy som er tilknyttet fiskeri, oppdrett, forskning, farledsmerking eller andre operasjoner som forekommer nært grunt farvann.



Figur 37 - Illustrasjonsbilde på seilingsmønster til fartøy under operasjon (9).

Figur 37 er et godt eksempel på slike hendelser. Det man ser er en foringsbåt som jobber tett opp mot oppdrettsmerder som ligger i et ruskete farvann der marginene er små. Det ser ut til at fartøyet skal flytte seg fra det ene oppdrettsfeltet til det andre, for å klare dette må skipet ferdes tett opp mot farlige skjær. Avstandene mellom feltene er minimale og det blir dermed vanskelig å kunne forutse en slik hendelse ved dynamisk risikoovervåking. I oppdrettsfelt er det flere ting en må ta hensyn til, blant annet merden, oppankring, skjær, fiskevelferd, spesialmerker osv. Det som er verdt å legge merke til er at ifølge sjøkartet er det ikke gjort noen form for oppmerking

av skjærene i form av jernstenger. Ettersom at mange av slike typer områder er trange, vil båtføreren være spesielt avhengig av visuell navigasjon. Dermed vil det være grunn til å tro at oppmerking av områdene vil gjøre det enklere for navigatøren å holde styr på området, fremfor å stole på kartsystemene. Et slikt tiltak i denne type farvann og operasjon ville sannsynligvis vært et mer effektivt verktøy enn et dynamisk risikoovervåkingssystem.

6.5 Innrapporteringsprosedyrer

Når et fartøy grunnstøter skal dette rapporteres inn til Sjøfartsdirektoratet. Disse innrapporterte dataene er vårt datagrunnlag og gir blant annet tilgang til informasjon om tidspunkt for ulykke, identitet på fartøy, flagg, fartøystype, og posisjon. Under behandling av denne dataen opplevde vi store avvik fra innrapportert posisjon og tidspunkt til faktisk posisjon og tidspunkt for grunnstøting. Dette kan føre til at risikobildet i et område vil bli feil da innrapportert posisjon ikke stemmer overens med faktisk grunnstøting posisjon. Et dynamisk risikoovervåkingssystem vil danne seg et risikoområde basert på tidligere AIS data og feilrapporteringer kan ødelegge for systemets funksjonalitet.

6.6 Kritisk tidspunkt?

Et dynamisk risikoovervåkingssystem vil sannsynligvis klare å oppdage og varsle mulige grunnstøtinger raskere enn et menneske. Et slikt varslingsystem vil kunne identifisere avvik fra normal trafikk ved hjelp av AIS data, gravity vectors og statistiske modeller, det vil være grunn til å tro at systemet klarer raskere å identifisere avviket enn hva det blotte øye klarer. Et menneske har en begrensning i forhold til hvor mange fartøy man klarer å overvåke samtidig. Det vil sannsynligvis ta lengre tid for et menneske å oppdage et fartøy som avviker fra normal trafikken og videre vurdere hendelsesforløpet. Dessuten må mennesket rekke å varsle det aktuelle skipet i god nok tid. I en dynamisk situasjon vil denne tidsfaktoren øke risikoen for grunnstøting. For å kunne bruke denne forutsetningen må varslingsystemet være garantert til å fungere optimalt. Et problem ved et dynamisk risikoovervåkingssystem er at det kan forekomme tekniske feil og falske alarmer, og man skal være forsiktig med å stole blindt på systemet. Dermed vil være anbefalt å bruke overvåkingssystemet som et hjelpemiddel til VTS stasjonene.

7 KONKLUSJON

Fartøy som grunnstøter en stor trussel på mennesker, miljø og materiell. I løpet av denne oppgaven har vi tatt for oss 152 grunnstøtinger, der vi har opplevd at omtrent 100 av disse har utilstrekkelig kvalitet på AIS data. Oppgaven har behandlet 47 hendelser med tilstrekkelig kvalitet på AIS data, av disse har vi kommet frem til at 19 grunnstøtinger kunne ha vært varslet ved hjelp av et dynamisk risikoovervåkingssystem. Dette vil si at 40% av hendelsene med tilstrekkelig data kunne ha vært varslet.

Det har vært store forskjeller i varslingsmuligheter basert på fartøystyper, årstid og klokkeslett. Fiskebåter har markert seg ut som enklere å varsle enn de andre gruppene, mens lasteskip har skilt seg ut ved å grunnstøte uavhengig av årstid og klokkeslett.

De 19 som vi mener kan varsles er vurdert til å ha god tid fra avvik, samt at avviket er tydelig og markant. Dette tilsier at ved varsling vil slike hendelser kunne bli unngått, forutsatt at VTS-operatør får kontakt med vakthavende navigatør. Simulatorøvelsen ga oss et bilde på potensiell reaksjonstid. Vi kom frem til at det tar mellom 1 til 3 minutter fra varslingen er registrert til fartøyet har avverget grunnstøtingen. Hvilket betyr at et fartøy som avviker fra normaltrafikken behøver en tidsmargin, som gir mulighet for varsling og respons. Vi har vurdert 28 hendelser som ikke varslebare, ettersom at det er for lite tid mellom identifiserbart avvik fra normaltrafikk og inntruffet hendelse.

Vi mener et dynamisk risikoovervåkingssystem vil være mest effektivt dersom kombineres med bruk av Kystverkets anbefalte seilingsruter. Det er en stor sannsynlighet for at dette tiltaket ville klart å oppdage og avverget en stor del av antall grunnstøtinger langs Norges kyst, men det vil alltid oppstå nye utfordringer og være enkelte hendelser som ikke kan avverges.

Med forbehold om at et dynamisk risikoovervåkingssystem fungerer optimalt, konkluderer vi med at systemet er i stand til å redusere antall grunnstøtinger med omlag 40%, noe som potensielt kan hindre tap av mennesker, miljø og materiell.

8 BIBLIOGRAFI

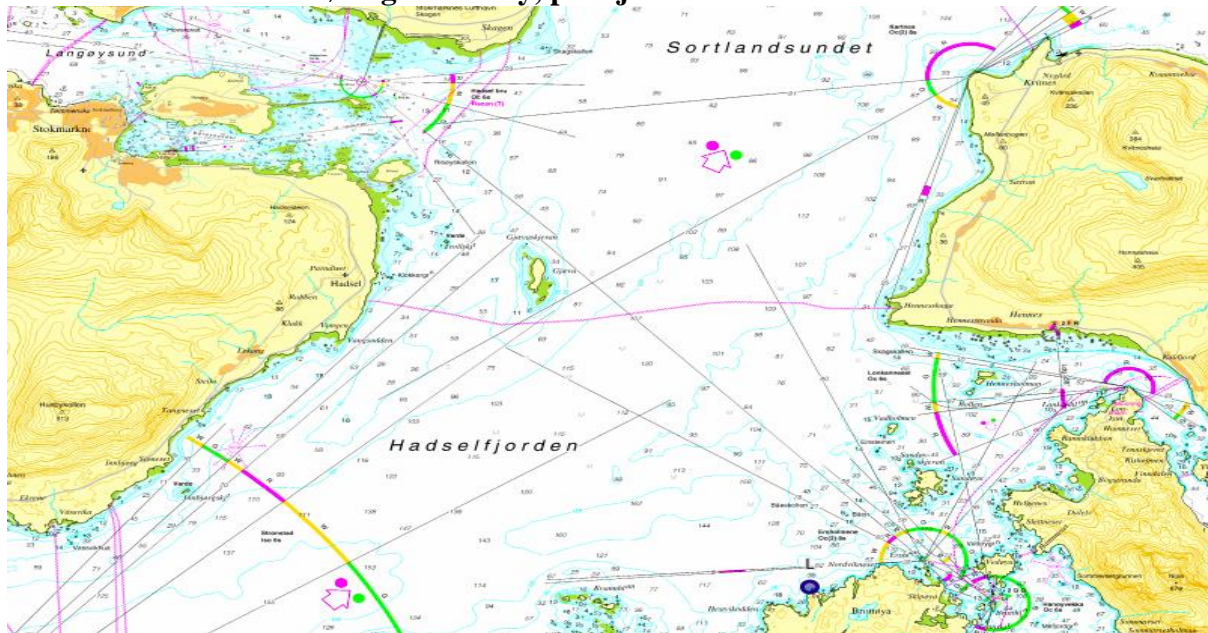
1. Aven, T., Røed, W. & Wiencke, H. S., 2008. *Risikoanalyse*. 0105 Oslo: Universitetsforlaget AS.
2. Christian Mikkelsen Research, 2017. *AIS 2010 - Prevention of oil spill from shipping by Modelling of Dynamic Risk*. [Internett]
Available at:
http://www.fargisinfo.com/AIS2010/LinkedDocuments/AIS2010_AP1_article_dynamic_risk_draft.pdf
[Funnet 27 Februar 2019].
3. Danish Maritime Authority and Royal Danish Administration of Navigation and Hydrography, 2002. *Risk Analysis of Navigational Safety in Danish Waters*, s.l.: COWI A/S.
4. DNV GL, 2014. *Sjøsikkerhetsanalysen 2014 - Interessentanalyse for innspill til forebyggende sjøsikkerhetstiltak*. [Internett]
Available at:
https://www.kystverket.no/contentassets/f056df3c875140aa98ef49a25cc082c6/1_interessentanalyse.pdf
[Funnet 25 Januar 2019].
5. Grønmo, S., 2016. *Sammfunnsvitenskapelige metoder*. s.l.:s.n.
6. IMO, 2002. *PERFORMANCE STANDARDS FOR A BRIDGE NAVIGATIONAL WATCH ALARM SYSTEM (BNWAS)*. [Internett]
Available at:
[http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-\(MSC\)/Documents/MSC.128\(75\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.128(75).pdf)
[Funnet 20 mars 2019].
7. Kjerstad, N., 2015. *Elektroniske og Akustiske navigasjonssystemer*. 5 red. s.l.:Fagbokforlaget Vigmostad og Bjørke As.
8. Kongsberg, 2019. *K simulator*. [Internett]
Available at: <https://kongsberg.com/en/kongsberg-digital/maritime%20simulation/k-sim%20polaris%20-page/>
[Funnet 18 Mars 2019].
9. Kystdatahuset - Kystverket, 2018. *Kystdatahuset - Tall og statistikk*. [Internett]
Available at: <https://kystdatahuset.kystverket.no/tallogstatistikk>
[Funnet 3 Mars 2019].
10. Kystverket, 2011. *Full City*. [Internett]
Available at: <https://www.kystverket.no/Beredskap/aksjoner/Arkiv-over-aksjoner/Full-City/>
[Funnet 8 mars 2019].
11. Kystverket, 2011. *Sjøtrafikksentraltjenester*. [Internett]
Available at: <https://www.kystverket.no/Maritime-tjenester/Sjotrafikkovervaking/VTS-tjenester/>
[Funnet 18 Februar 2019].
12. Kystverket, 2014. *Sjøsikkerhetsanalysen 2014 - Kystverkets oppsummering med vurderinger og tiltak*. [Internett]
Available at:
https://www.kystverket.no/contentassets/f056df3c875140aa98ef49a25cc082c6/9_kystverkets-oppsummering-med-vurderinger-og-anbefalinger.pdf
[Funnet 20 januar 2019].
13. Kystverket, 2015. *Sjøsikkerhetsanalysen - Forebyggende sjøsikkerhet i norske farvann*. [Internett]
Available at:
https://www.kystverket.no/globalassets/nyheter/2015/november/prosjektsyntese-sjosikkerhetsanalysen_oppdatert.pdf
[Funnet 24 Januar 2019].

14. Kystverket, 2018. *Anbefalte seilingsruter*. [Internett]
Available at: <https://www.kystverket.no/Maritime-tjenester/Meldings--og-informasjontjenester/digital-ruteinformasjon/>
[Funnet 9 mars 2019].
15. Kystverket, 2018. *Routeinfo*. [Internett]
Available at: <https://routeinfo.kystverket.no/>
[Funnet 9 Mars 2019].
16. Kystverket, J. L. E. -, 2019. *BEAN* [Intervju] (26 Februar 2019).
17. Larsen, A. K., 2017. *En Enklere Metode*. 2 red. 5068 Bergen: Fagbokforlaget .
18. Lovdata, 1972. *Forskrift om sakte fart ved Hamneset i Ramsund, Tjeldsund kommune, Nordland..* [Internett]
Available at: <https://lovdata.no/dokument/SJ/forskrift/1972-01-10-3145>
[Funnet 10 Februar 2019].
19. Marine Traffic, 2019. [Internett]
Available at:
<https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:10.952/centery:64.963/zoom:14>
[Funnet Februar 2019].
20. Rausand, M. & Utne, I. B., 2009. *Risikoanalyse - Teori og metode*. s.l.:Vigmostad & Bjørke AS.
21. Ravnestad, A., 2018. *Sjøfartsdirektoratet - Sjøsikkerhetskonferansen 2018*. [Internett]
Available at: <https://www.sdir.no/globalassets/sjofartsdirektoratet/fartoy-og-sjofolk---dokumenter/ulykker-og-sikkerhet/sjosikkerhetskonferansen-2018/sjosikkerhetskonferansen-2018-foredrag-2-14-andreas-ravnestad-roever-historier.pdf?t=1554272616838&fbclid=IwAR2zTjdN7bFi>
[Funnet 22 Mars 2019].
22. Regjeringen, 2016. *Stortingsmelding 35 På rett kurs*. [Internett]
Available at:
<https://www.regjeringen.no/contentassets/dcda7feb59e24ee1af6ca0dd19d59cb9/no/pdfs/stm201520160035000dddpdfs.pdf>
[Funnet 24 februar 2019].
23. Sjøfartsdirektoratet, 2010. *Ulykkelsutvikling 2000-2010*. [Internett]
Available at: <https://www.sdir.no/globalassets/sjofartsdirektoratet/fartoy-og-sjofolk---dokumenter/ulykker-og-sikkerhet/rapporter/ulykkesstatistikk/ulykkesutvikling-2000-2010.pdf?t=1549458722262>
[Funnet 2 Februar 2019].
24. Sjøfartsdirektoratet, 2012. *Fatiuge*. [Internett]
Available at: <https://www.sdir.no/globalassets/global-2/om-sdir/publikasjoner/brosjyrer/fatigue-folder.pdf>
[Funnet 10 Mars 2019].
25. Sjøfartsdirektoratet, 2015. *Arbeids og Hviletid*. [Internett]
Available at: <https://www.sdir.no/sjofart/ulykker-og-sikkerhet/verne-og-miljoarbeid/arbeids--og-hviletid/>
[Funnet 1 mars 2019].
26. Sjøfartsdirektoratet, 2015. *Ulykkesstatistikk*. [Internett]
Available at: <https://www.sdir.no/sjofart/ulykker-og-sikkerhet/ulykkesstatistikk/>
[Funnet 5 1 2019].
27. Store Norske Leksikon, 2018. *Kvantitativ analyse*. [Internett]
Available at: https://snl.no/kvantitativ_analyse
[Funnet 10 januar 2019].

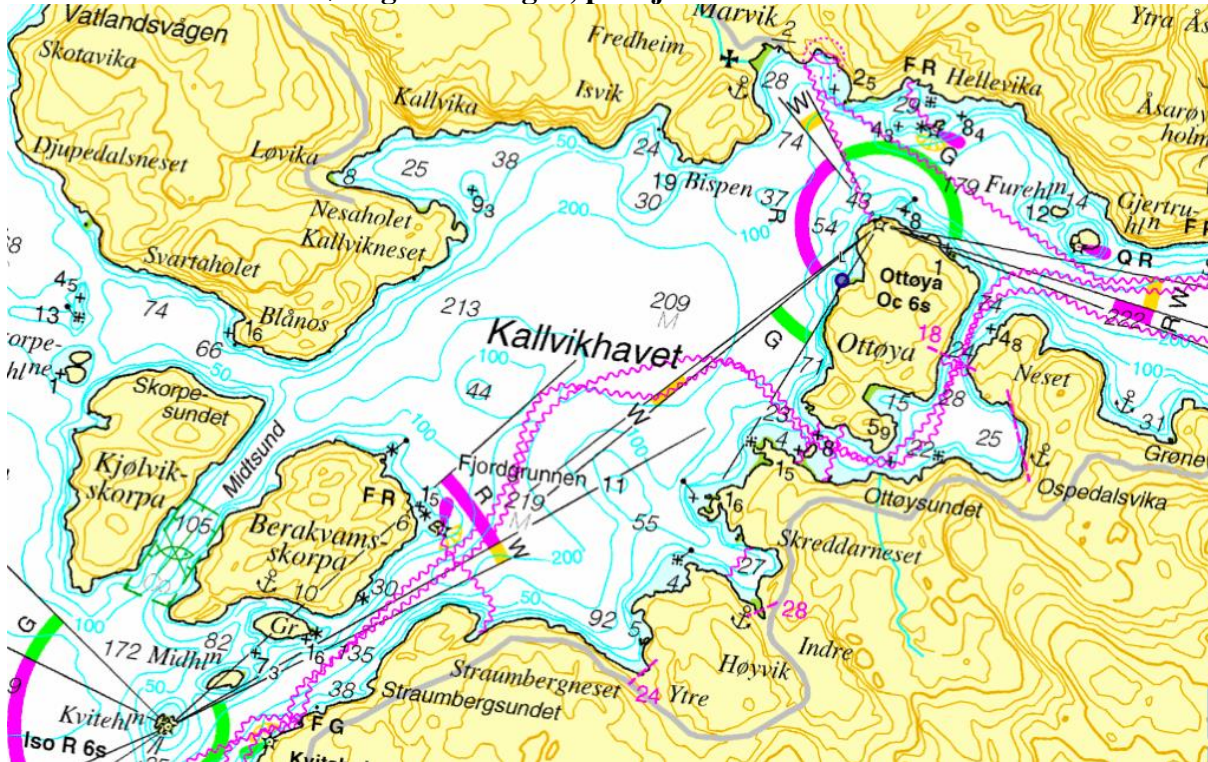
9 VEDLEGG

Vedlegg 1 - kartutsnitt

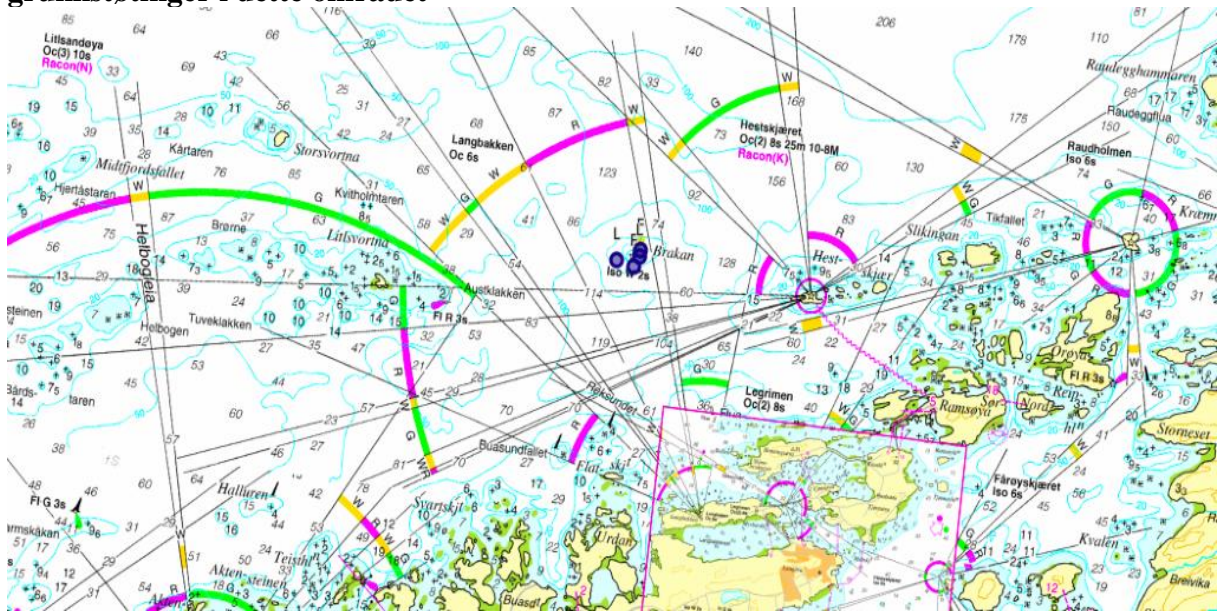
Kartutsnitt 1 - Grunnstøting av Tonny, posisjon markert med blå sirkel



Kartutsnitt 2 - Grunnstøting av Roslagen, posisjon markert med blå sirkel



Kartutsnitt 3 - Grunnstøting av Leif Roald, som markert med blå sirkler er det 4 grunnstøtinger i dette området



Kartutsnitt 4 - Grunnstøting av Gjennes, posisjon markert med blå sirkel



Kartutsnitt 5 - Grunnstøting til Vitin, posisjon markert med blå sirkel

