

KYSTVERKET

RISIKOANALYSE INNSEILING LEIRPOLLEN

HOVEDRAPPORT

ST-11683-2

Type dokument:

Hovedrapport

Rapport tittel:

Risikoanalyse Innseiling Leirpollen

Kunde:

Kystverket

OPPSUMMERING:

I denne risikoanalysen har Safetec Nordic AS analysert skipstrafikken i innseilingen til Leirpollen på oppdrag fra Kystverket Troms og Finnmark. Innseilingen er i dag trang og stedvis grunn, med hyppige retningsendringer. Farledstiltak i området søker å gjøre leden bredere og dypere, samt å bedre merkingen. Etter gjennomførte farledstiltak er det forventet en reduksjon i antall anløp til Elkem Tana, men en økning i fartøystørrelse.

Safetec har kvantifisert risikoen for skipsulykker, både før og etter at planlagte farledstiltak er gjennomført, for å måle effekten av farledstiltakene mtp ulykkesfrekvens. Relevante ulykkeshendelser er i denne sammenhengen kollisjoner og grunnstøt.

Resultatene viser at sannsynligheten for en skipsulykke totalt sett er estimert å reduseres med ca. 50 % for analyseområdet som helhet etter gjennomførte farledstiltak. Sannsynligheten for oljeutslipp som følge av skipsulykker reduseres for alle størrelser utslipp, og prosentvis mest for de største utslippene. Ser man bare på utslippsfrekvens er det estimert en reduksjon på 48 % etter tiltak.

Den planlagte mudringen av innseilingen til Leirpollen vil berøre Tanamunningen naturreservat. Områdene rundt Leirpollen er prioriterte ved beredskapssituasjoner hele året, men med tanke på kjente og viktige arter av våtmarksfugl, laks, sjøørret og sjørøya er det trolig størst skadepotensiale i sommerhalvåret og i perioden november til februar hvor silen gyter (småfisk, beskrevet i kapittel 7.2).

Dokument nr. ST-11683-2				
Forfattere C.S. Madsen, H. Fjørtoft, M. Hassel				
<i>Referanse til deler/utdrag av dette dokumentet som kan føre til feiltolkning, er ikke tillatt.</i>				
Rev.	Dato	Grunn for rev.	Kontrollert	Godkjent
1.0	08.04.2016	Utkast	M. Hassel	E. M. Rokstad
2.0	27.05.2016	Endelig	H. Fjørtoft	E. M. Rokstad

Innhold

1	SAMMENDRAG	5
2	INTRODUKSJON	7
2.1	Bakgrunn	7
2.2	Formål.....	8
2.3	Avgrensning.....	9
2.4	Begrepsavklaring	11
2.5	Rapportoppbygging	11
2.6	Metodisk tilnærming	12
3	SKIPSTRAFIKK I OMRÅDET	13
3.1	Overordnet beskrivelse	13
3.1.1	Seilingsbergrensninger	15
3.2	Trafikkgrunnlag fra AIS	16
3.3	Trafikkgrunnlag etter tiltak.....	17
3.4	Irregulær trafikk i ledene.....	18
4	MENNESKELIGE FEIL	19
5	NAVIGASJONSUTFORDRINGER I LEDEN	20
5.1	Tanafjorden (nord for Stangnes)	21
5.2	Stangnes til Teltnes ("Kanalen")	24
5.3	Leirpollen (Sør for Teltnes)	27
5.4	Utdypning til -10,0m versus utdypning til -9,0m i "kanalen"	29
6	ULYKKESFREKVENSER	30
6.1	Kollisjoner	32
6.1.1	Risikoreduksjon ved tiltak.....	32
6.1.2	Kryssende kollisjoner.....	32
6.1.3	Møtende kollisjoner	32
6.1.4	Oljeutslipp etter kollisjoner.....	34
6.2	Grunnstøtinger	35
6.2.1	Risikoreduksjon ved tiltak.....	35
6.2.2	Grunnstøting som følge av manglende/feilaktig kursendring.....	35
6.2.3	Grunnstøting utenfor led.....	37
6.2.4	Grunnstøting i rett led	37
6.2.5	Drivende grunnstøting.....	39
6.2.6	Grunnstøting samlet.....	39
6.2.7	Bunkersutslipp ved grunnstøting	40

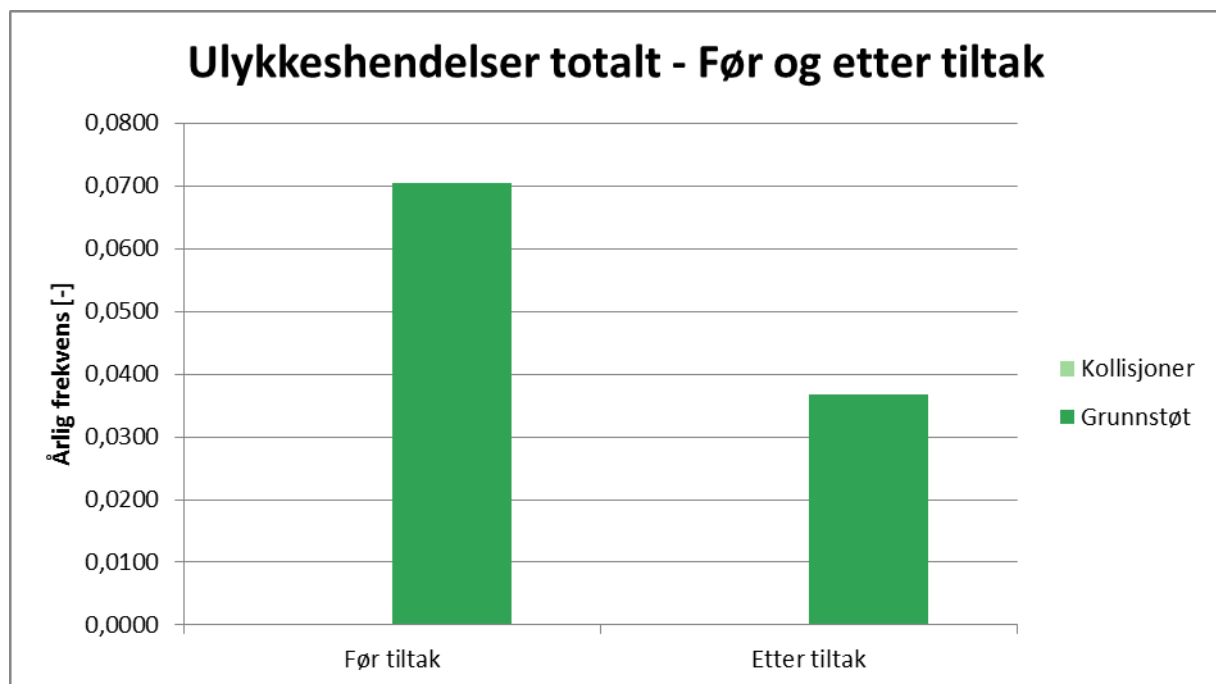
7	SKADE PÅ SÅRBARE RESSURSER I FJORDEN	43
7.1	Sårbare naturressurser	43
7.2	Andre sårbare ressurser	46
7.3	Beredskap mot akutt forurensning	48
7.4	Drift av olje på sjø	48
8	HISTORISKE ULYKKESDATA I OMRÅDET	52
8.1	Diskusjon av ulykkesstatistikk	52
9	USIKKERHET	53
9.1	Geometriske forhold	53
9.2	Trafikkmønster og skipsinformasjon	53
9.3	Faktorer for menneskelige feil	53
9.4	Trafikkendring	53
9.5	Nybygninger	54
9.6	Sammenligning med historiske data	54
10	HOVEDRESULTATER	55
11	REFERANSER	57

1 SAMMENDRAG

Safetec Nordic AS (Safetec) har analysert skipstrafikken i innseilingen til Leirpollen, før og etter planlagte farledstiltak, for å evaluere farledstiltakene ut ifra endringer i risikobildet. Analysen er dokumentert i denne rapporten, samt vedlagt regneark med detaljerte resultater til den samfunnsøkonomiske analysen (SØA). Etter at farledstiltak i «kanalen» inn til Leirpollen er gjennomført er det forventet en indirekte økning i fartøystørrelse og tilhørende reduksjon i antall anløp til Elkem Tana. Estimatenes for denne trafikkendringen er basert på Elkem Tanas egne prediksjoner av trafikkutviklingen.

Sannsynlighet for skipsulykker er kvantifisert, både før og etter at de gjennomført farledstiltak, for å måle effekten av tiltak ift ulykkesfrekvens. Relevante ulykkeshendelser er i denne sammenheng kollisjoner og grunnstøtinger.

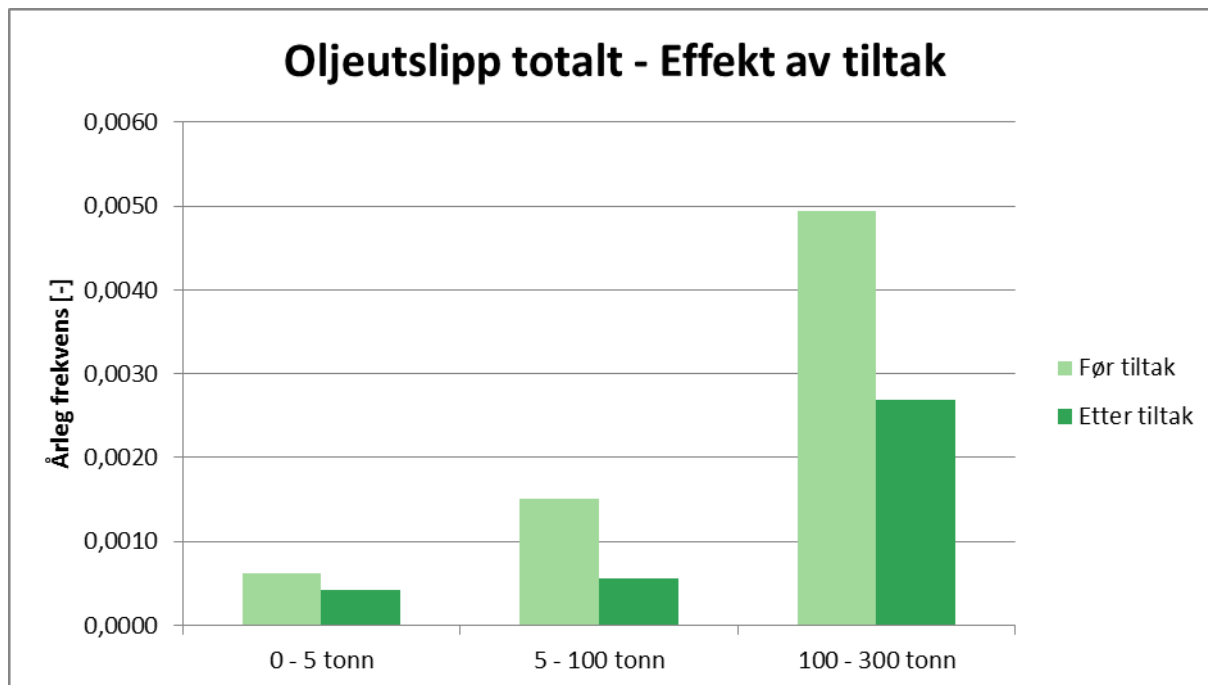
I Figur 1.1 er de totale ulykkeshendelser synliggjort for leden, før og etter tiltak, og viser en reduksjon på rundt 50 % i ulykkesfrekvens totalt etter tiltak. Både reduksjon i antall passeringer, bredde- og dybdeøkning i leden samt forbedret merkeplan er årsaker til dette. Kollisjonsfrekvensen er neglisjerbar, og derfor ikke synlig i figuren.



Figur 1.1 Samlede ulykkesfrekvenser for analyseområdet før og etter tiltak (neglisjerbar kollisjonsfrekvens)

Den planlagte mudringen av innseilingen til Leirpollen vil berøre Tanamunningen naturreservat og mudring vil også foregå i Tanamunningen naturreservat, som er et viktig område for våtmarksfugl. Tana og Tanafjorden er også et nasjonalt laksevasdrag og laksefjord, i tillegg til store bestander av andre fiskearter og selarter. Tanamunningen naturreservat er et deltaområde klassifisert som MOB A hele året på grunn av at det er et viktig raste- og oppholdsområde for våtmarksfugl, i tillegg til å ha store og varierte strandenger og elvestrand- og sanddynevegetasjon. Områdene rundt Leirpollen er prioriterte ved beredskapssituasjoner hele året. Med tanke på kjente og viktige arter av våtmarksfugl, laks, sjøørret og sjørøya er det trolig størst skadepotensiale i sommerhalvåret og i perioden november til februar hvor silen gyter (småfisk, beskrevet i kapittel 7.2).

Sannsynligheten for oljeutslipp som følge av skipsulykker reduseres for alle størrelser utslipp, og prosentvis mest for de større utslippene som vist i Figur 1.2. Ser man bare på utslippsfrekvens er det estimert en reduksjon på 48 % etter tiltak. Ettersom seilingsleden inn til Leirpollen er trangt farvann, vil et eventuelt oljeutslipp derfor treffe land etter meget kort tid.



Figur 1.2 Oljeutslipp som følge av skipsulykke i analyseområdet

2 INTRODUKSJON

Denne risikoanalysen er utført av Safetec Nordic AS (Safetec) på bestilling fra Kystverket Troms og Finnmark, nummerert som Avrop 12 – Endringsordre for kvantitativ risikoanalyse for innseiling til Leirpollen i Tana, Ref. 1. Safetec har tidligere utført lignende analyser for andre kystområder, og i denne risikoanalysen er samme fremgangsmåte og modell som tidligere benyttet. Relatert til metode så er det referert til modellen i risikoanalyse for Gåsøyrenna i Oslofjorden, Ref. 2, nordlig innseiling til Bergen havn, Ref. 3, Grøtøyleia, Ref. 4 og Grenland, Ref. 5.

Dette kapittelet er ment å forberede leseren på metode og modell, med en gjennomgang av innhold, oppbygging og begreper som er benyttet.

Det er tidligere gjennomført en kvalitativ risikoanalyse av tiltak i innseilingen til Leirpollen (Safetec), Ref. 6.

2.1 Bakgrunn

Leirpollen ligger i Tana kommune i Finnmark ved utløpet av Tanaelven. I Austertana har Elkem Tana et kvartsittbrudd med utskipning fra kaianlegg i Leirpollen med to til fire utskipninger per uke avhengig av sesong. Store forekomster av kvartsitt gjør dette til et viktig område for næringslivet i kommunen. Kvartsforekomsten er også veldig viktig i nasjonal sammenheng da kvartsitt fra Elkem Tana utgjør hoveddelen av slik kvartsitt for de fleste smelteverkene i Norge, samt et på Island. Disse smelteverkene er både Elkem og andre aktører, som alle vil bli skadelidende dersom det skjer en nedbygging eller begrensning av Tana. Smelteverkene det er snakk om er gjerne hjørnesteinsbedrifter i sine lokalsamfunn og sysselsetter om lag 1500 personer, og er viktige kunder for lokalt næringsliv.

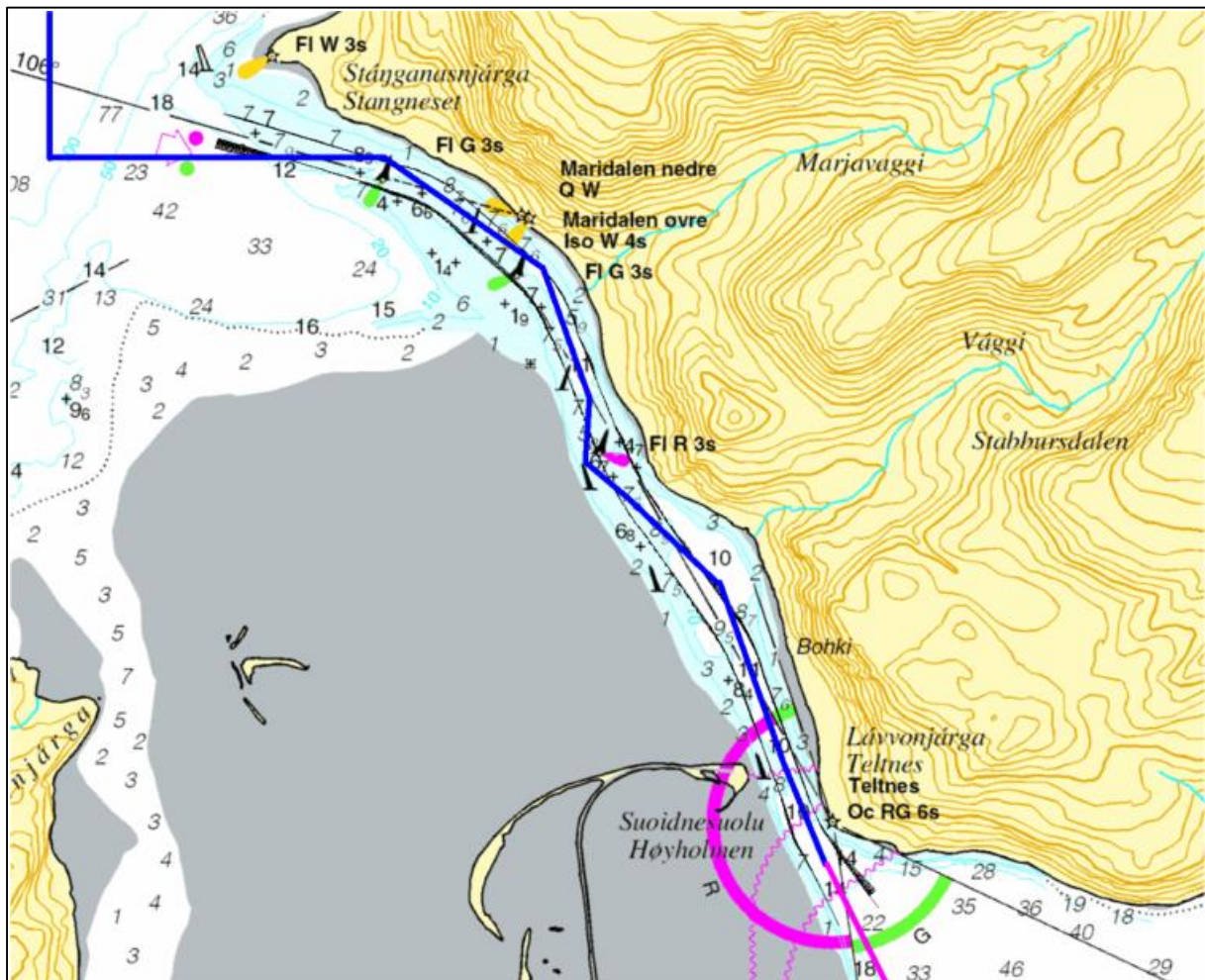
Farleden inn til Leirpollen er en renne med sandbanker på vestsiden og landet mot øst. Deler av strekningen har ikke tilfredsstillende dybde, og farleden er i tillegg smal. Utskipningen begrenses av lavvann og de største og nyeste fartøyene kan ikke gå fullastet gjennom leden. Tanaelven drar også med seg sandmasser som gjør at farleden gradvis tetter seg til.

Tanaelven er videre en betydelig lakseelv og eventuelle ulykker som medfører oljesøl vil kunne få alvorlige konsekvenser. Området rundt elvemunningen er vernet og utgjør et av Europas største uberørte deltaområder.

For å redusere sannsynligheten for uhell og ulykker planlegges utbedringer av nordre del av leden inn til Leirpollen. Utbedringen omfatter flere tiltak knyttet til utdyping, utvidelse og nye navigasjonsinnretninger. Bortsett fra navigasjonsinnretningene vil alle inngrep skje under havoverflaten. Endelig merkeplan for tiltaksområdet foreligger ikke. Safetec har derfor tatt utgangspunkt i utkastet til merkeplan mottatt fra Kystverket, som er behandlet av FFM.

Som grunnlag i planprosessen har Kystverket bedt Safetec om å utføre en risikoanalyse av tiltaket. Safetec har inngått en samarbeidsavtale med Akvaplan-niva som har utført miljødelen av analysen.

En skisse av området, med eksisterende seilingsmønster, samt ny farled etter farledstiltak skissert som en korridor i bakgrunnen, i er vist i Figur 2.1.



Figur 2.1 Skisse av eksisterende seilingsmønster samt prosjektert farled etter farledstiltak

2.2 Formål

Planlagte tiltak i innseilingen til Leirpollen vil i første rekke bidra til å bedre framkommeligheten og den generelle sikkerheten i leden. Den ytre delen av innseilingen skal utbedres, der det tas bort grunne områder med sand, avsetninger fra Tanaelven, som potensielt kan utgjøre en risiko for skipene som i dag seiler i området. Tiltak i innseilingen vil kunne endre transportmønster og transportmiddelfordeling, da det tilrettelegger for økt kapasitet og større fartøy i innseiling. Slike endringer kan påvirke risikoen forbundet med relevante ulykkeshendelser, særlig skipskollisjon og grunnstøtinger. I tillegg kan selve tiltaket og eventuelle endringer i trafikken føre til endret risiko for skade på miljøet i området.

Det er meget viktig å merke seg at i begrepet «Tiltak» ligger både de fysiske endringer av leden og trafikkendringer i leden der tiltakene er gjennomført.

Formålet med denne analysen er å identifisere og drøfte hvilke ulykkeshendelser som er relevante for tiltaket samt estimere ulykkesfrekvenser og analysere konsekvensene av hendelsene.

I samarbeid med Kystverket og Elkem Tana er det gitt et estimat for trafikkbildet etter tiltaket. Basert på dette estimatet er det beregnet risiko for identifiserte ulykkeshendelser både før og etter tiltak. Resultatene er sammenlignet for å kvantifisere endring i risiko som følge av tiltaket. Analysen gir i tillegg en vurdering av skade på sårbare naturressurser i området som følge av tiltaket

Analysen identifiserer hvilke skip som påvirkes av tiltaket og presenterer skipstrafikken etter følgende inndeling: Oljetankskip, Kjemikalie-/produkttankskip, Gasstankskip, Bulkskip, Stykkgodsskip, Kontainerskip, Roro-skip, Kjøle-/fryseskip, Passasjerbåt, RoPax-skip, Cruiseskip, Offshore supply skip, Andre offshore service skip, Andre servicefartøy, Fiskefartøy og Annet¹.

Resultatene presenteres for størrelsesgrupper av skipstyper som berøres av tiltaket i vedlegg A og vedlagt regneark (vedlegg B).

Rapporten er forsøkt skrevet slik at resultater skal kunne kommuniseres til andre enn fageksperter. Forutsetninger, datagrunnlag, begrunnelser og beskrivelser av resultater er i fokus framfor beskrivelse av beregningsmodeller.

Risikoanalysen skal anvendes i Kystverkets planprosesser samt ligge til grunn for den samfunnsøkonomiske analysen av tiltaket.

2.3 Avgrensning

Innseilingen til Leirpollen går gjennom Tana kommune i Finnmark, i en omtrentlig nordvestlig til sørøstlig retning. Planlagte farledstiltak er i samme område, vist i Figur 2.1. Analyseområdet er derfor avgrenset slik at det begynner i nord rett nord av Stangnesodden, og avslutter i sør rett sør av Elkem Tana. Analyseområdet er videre avgrenset slik at det kun er områder hvor det er endringer i trafikk knyttet til Elkem Tana eller der det er planlagt farledstiltak, som inkluderes.

Tiltak i innseilingen til Leirpollen vil ikke medføre trafikkoverføring fra andre leder. Videre antas det at mengde last (kvartstitt) per år fraktet fra Elkem Tana og ut leden holdes likt før og etter tiltak. Analysen har lagt til grunn at tiltaket vil medføre økt fartøystørrelser innenfor visse grupper ettersom leden er utbedret, som igjen vil medføre en reduksjon av antall fartøypasseringer til Elkem Tana.

Dagens trafikk er gitt av AIS-data for perioden 01.mai 2014 til 31.april 2015. I tillegg er det innhente tilleggsinformasjon fra lokale kilder, spesielt for mindre fartøy, for å slik kunne gi et bedre grunnlag for analysen. Estimat for trafikkfordeling etter tiltak er valgt i samarbeid med Kystverket. Trafikkgrunnlag før og etter tiltak er videre beskrevet i avsnitt 3.2 og 3.3.

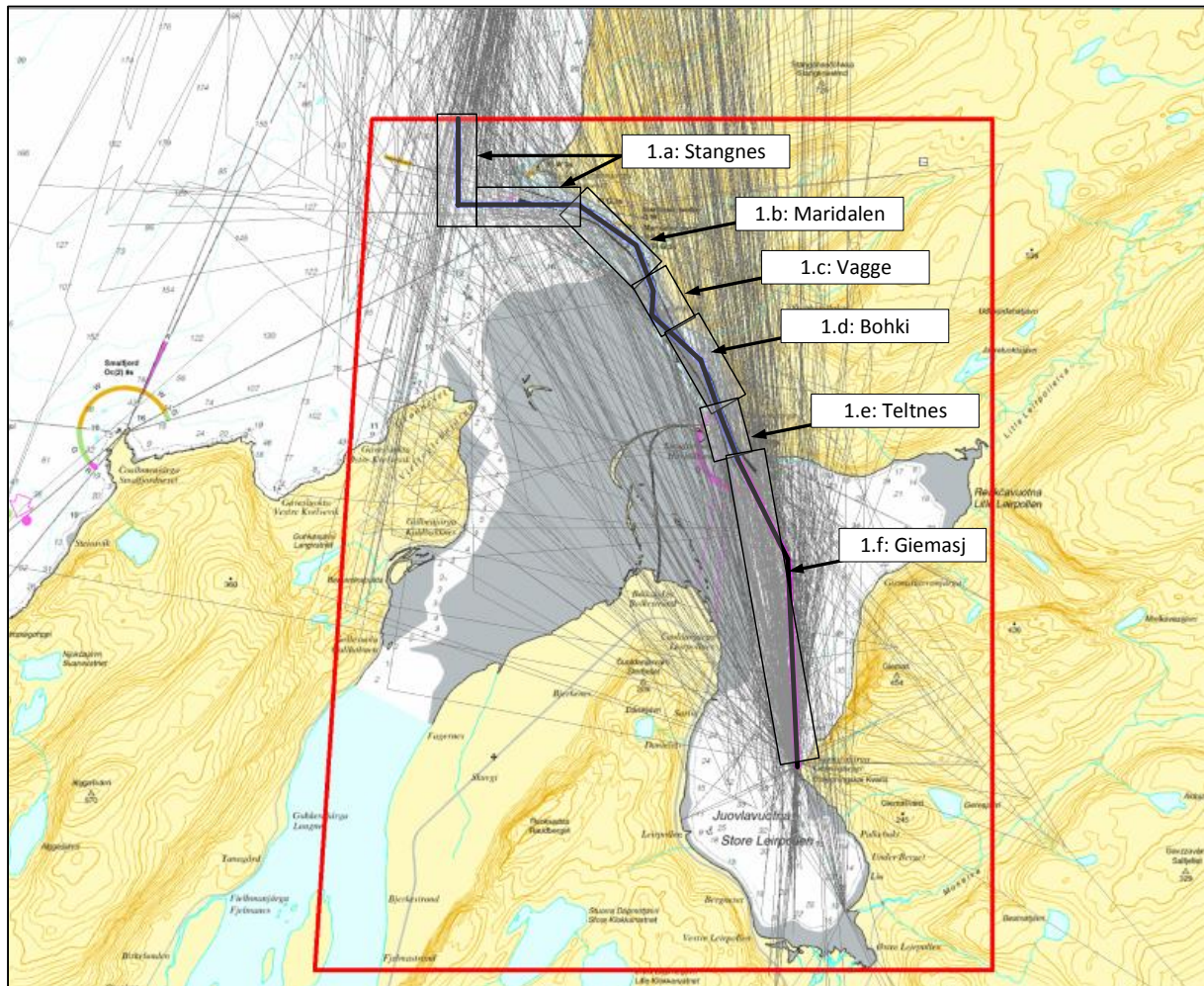
Dette prosjektet vil kun ta for seg utdypingstiltakene planlagt i innseilingen til Leirpollen. Oppgradering av kaianlegg i området etc. vil ikke bli ytterligere belyst i rapporten.

Ulykkesfrekvenser er beregnet for innseilingen til Leirpollen. Relevante ulykkeshendelser er avgrenset til fartøy som grunnstøter og kollisjon mellom to fartøy. Kollisjon er videre avgrenset til å ta for seg møtende kollisjoner, da det ikke er kryssende trafikk i tiltaksområdet. Grunnstøting er delt opp i fire kategorier; grunnstøting utenfor led, grunnstøting i led med kursendring, grunnstøting i rett led og drivende grunnstøting.

¹Skipstypen «Annet» er en samlebetegnelse som i all hovedsak inneholder mindre fritidsfartøy

Frekvenser for kollisjoner og grunnstøtinger i analyseområdet beregnes for segmenter av leden, delt inn etter farledenes beskaftenhet og trafikksituasjon. Innseilingen er delt inn i seks mindre rutedeler for å få gjengitt alle forandringene i farledens beskaftenhet gjennom hele den modellerte distansen.

Avgrensningen av analyseområdet og den analyserte farleden er vist i Figur 2.2.



Figur 2.2 Avgrensning av analyseområdet og segmentinndeling av farleden

Basert på ulykkesfrekvenser for kollisjon og grunnstøtinger, samt skipsstørrelser, er det estimert frekvens for samlet utslipp av lastolje og bunkers. Til vurdering av miljøkonsekvenser har Safetec benyttet ekspertise fra Akvaplan-niva.

2.4 Begrepsavklaring

Nærmere forklaring er gitt der forkortelsene og begrepene presenteres for første gang.

AIS	Automatisk Identifikasjon System
ARPA	Automatic Radar Plotting Aid
BT	Brutto Tonn (bruttotonnasje er mål for volumet av alle innelukkede rom i et fartøy)
Bulk	Skipslast i "løs vekt"
DWT	Dødvekt, skipets totale lasteevne i tonn (inkluderer last, drivstoff, forråd, personell etc)
FFM	Kystverkets nasjonale kompetansesenter (farled, fyr og merker)
HFO	Heavy fuel oil
HIB	Hurtigbåtmerke med Indirekte Belysning
IALA	International Association of Lighthouse Authorities
IFO	Intermediate fuel oil
IMO	International Maritime Organization
IUA	Interkommunalt Utvalg mot Akuttforurensning
Kvalitativ	Vurderinger basert på ekspertuttalelser og erfaring
Kvantitativ	Vurderinger basert på tallmateriale
MDO	Marin Dieselolje
MGO	Marine gas oil
MOB	Marin Oljevernberedskap (brukt om MOB-beredskap)
MOB	Mann Over Bord (brukt om MOB-båt)
Nm	Nautisk mil (1852 meter)
VHF	Very High Frequency (radiokommunikasjon)

Resultater er generelt presentert på kommaform, eksempelvis 0,001 betyr 1 av 1000. Da noen av delresultatene presentert i vedlegg A inneholder små tall er det her benyttet et annet tallformat enn i hovedrapporten for å presentere resultatene. Tallformen som er benyttet er «Eksponentiell notasjon», slik at tall uttrykkes i tierpotens. Dette vil si en potens der grunntallet er 10, der " $\times 10$ " byttes ut med bokstaven E. Eksempelvis vil tallet 0,0000210 skrives som $2,10E-05$, mens tallet 2100 skrives som $2,10E+03$.

2.5 Rapportoppbygging

Rapporten er bygget opp slik:

Kapittel 1	Sammendrag med kjernepunkter fra rapporten.
Kapittel 2	Innledning til rapporten og den etterfølgende analysen. Dekker formålet med rapporten, oppbygging, avgrensning og avklaring samt liste over forkortelser.
Kapittel 3	Beskrivelse av trafikksituasjon i analyseområdet og trafikksituasjon etter gjennomførte farledstiltak.
Kapittel 4	Beskrivelse av menneskelige feil som modelleres i analysen.
Kapittel 5	Kvantitativ beregning av hyppighet (frekvens) for grunnstøting og kollisjon. Her er alle skip i analyseområdet med, og farleden er analysert. Bruken av AIS-data er forklart. Detaljerte resultater er gitt i Vedlegg A.
Kapittel 6	Kvalitativ vurdering av sårbare ressurser i analyseområdet og konsekvens av olje på sjø.
Kapittel 7	Presentasjon av ulykkeshistorikk i analyseområdet.
Kapittel 8	Usikkerhetene i beregningene, omtalt og estimert.

Kapittel 9	Hovedresultater og konklusjon.
Kapittel 10	Referanser og kildehenvisninger.

Vedlegg og medfølgende regneark:

Vedlegg A	Inneholder detaljerte beskrivelser av modeller for kollisjon og grunnstøt samt detaljerte resultater etter skipskategori
Vedlegg B	Inneholder detaljerte resultater og trafikkdata fra AIS. Dette er hovedresultatene fra analysen, som presentert i denne rapporten.

2.6 Metodisk tilnærming

Denne risikoanalysen er gjennomført etter følgende mal:

- AIS-data innhentes og bearbeides til input i videre analyser.
- Ytterligere informasjonsinnhenting fra lokale aktører, for en mer detaljert forståelse av sammenhengen i trafikkbildet i analyseområdet. Eventuelle korrigeringer av AIS-data implementeres.
- Trafikkgrunnlaget settes inn i modeller for ulykkeshendelser sammen med relevante risikoreduserende tiltak og endringer som følge av farledstiltak.
- Kvantifisering av ulykkesfrekvenser og tilhørende oljeutslipp beregnes ved hjelp av modeller og ulykkesfrekvenser.
- Analysen med tilhørende vurderinger presenteres i rapport og regneark.
- Ekspertvurderinger av sårbare ressurser i innseilingen er innhentet fra Akvaplan-niva.

3 SKIPSTRAFIKK I OMRÅDET

AIS er et automatisk identifikasjonssystem (posisjonsrapportering) som fartøy over en viss størrelse er pålagt å benytte under seilas. Kystverket har etablert et nettverk av landbaserte AIS basestasjoner i Norge som mottar alle AIS-meldinger sendt fra fartøy innenfor dette dekningsområdet. Kystverket mottar i tillegg AIS-data fra satellitt og offshoreinstallasjoner på norsk sokkel. Fartøyer som ikke er AIS-pliktige, hovedsakelig mindre fritidsbåter og de minste fiskefartøyene, vil ikke fremkomme av AIS-analysen².

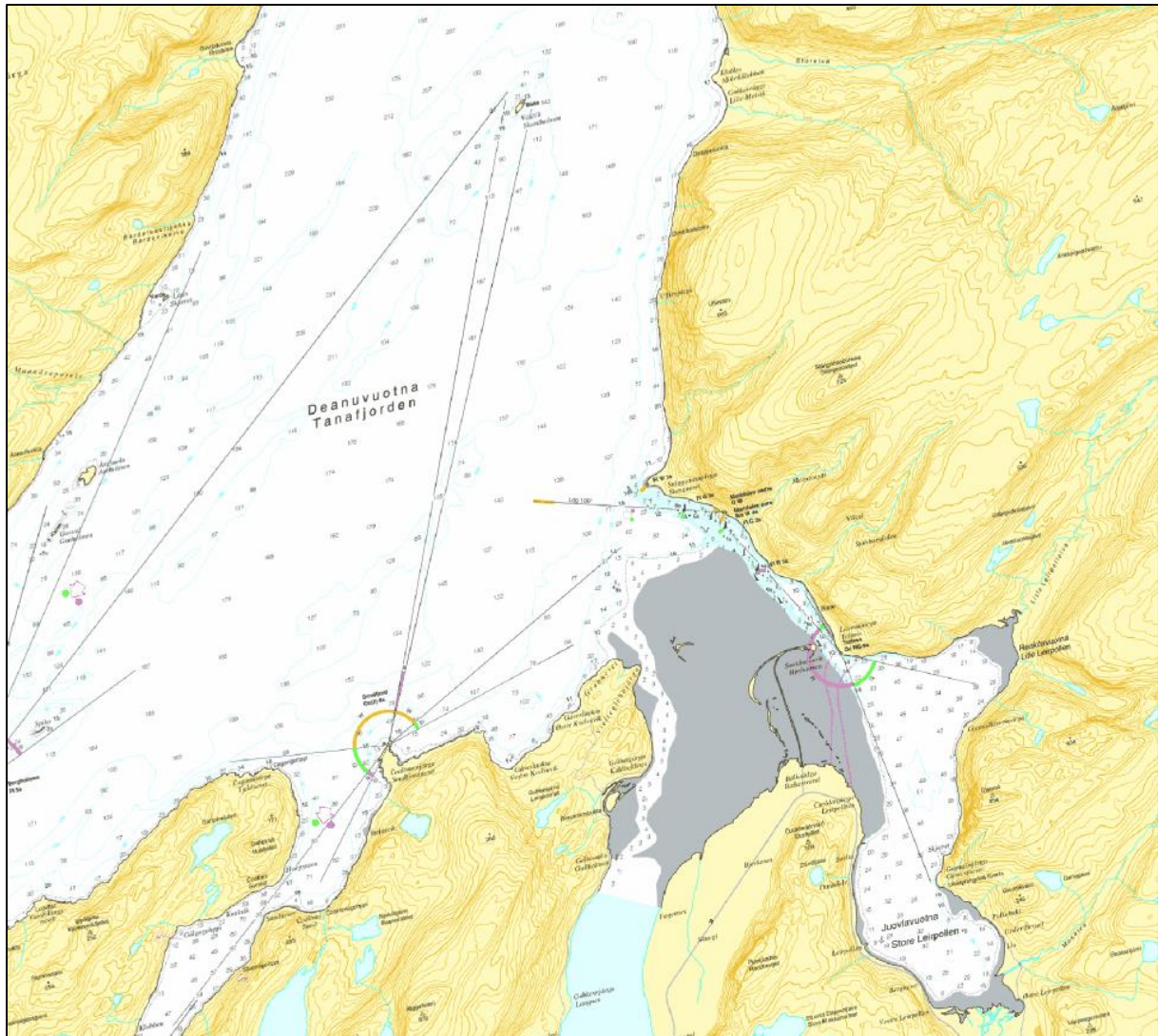
Trafikkdata er input til modellen for ulykkeshendelser, og det er benyttet ett års AIS-data for analyseområdet som basis for rutemønsteret og skipsbevegelsene (01.mai 2014 til 31.april 2015). Trafikkdataene er inkludert i form av rådata samt bearbeidet form i vedlegg B (regneark).

3.1 Overordnet beskrivelse

Innseilingen til Leirpollen har en lengde på ca. 5,5 nm. Løpet starter sør av Stangnesodden, rett i munningen av Tanaelva, og er en smal og grunn korridor inn mot Teltnesodden. Risikomessig er det utfordringer knyttet til dårlig sikt i området ved tåke, men særlig ved frostrøyk (Ref. 7). Det er normalt sett mye frostrøyk vinterstid, men de senere år har milde vintre redusert dette problemet noe. Nedising av lysene på flytebøyer reduserer synbarheten av disse. Sydvestlig vind kan skape utfordringer. I tillegg kan strømmen tidvis dra flytebøyene helt under, eller gjøre dem mindre synlige. Enkelte punkter i dagens farled er vurdert som særlig utfordrende. Spesielt er innløpet utfordrende, samt slaggrunnslinje langs nordsiden av land som skaper en smal passasje. Deler av strekningen har i tillegg ikke tilfredsstillende dybde. Utskipningen begrenses av tidevannet (lavvann) og de største og nyeste fartøyene kan ikke gå fullastet gjennom leden. Utfordringene som trekkes frem her gjelder især ved utseiling, da man er tunglastet og har større hydrodynamisk motstand. Jfr farledsforskriften så skal medstrøm unngås, slik at man i dette tilfellet får motstrøm ved utseiling, som ytterligere reduserer marginene noe. Fra Teltnes og inn til Elkem Tana er farvannet mer åpent og dybden i dette området er ikke en begrensing.

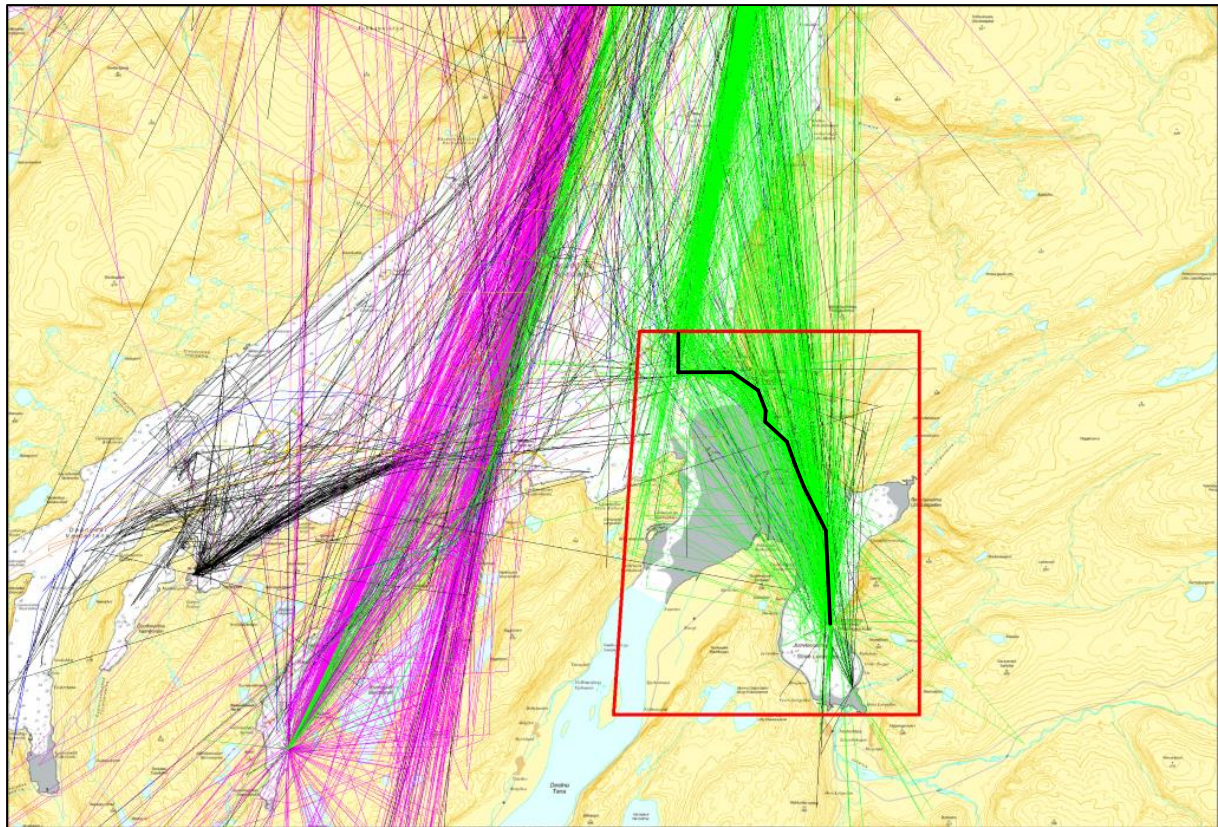
I dag er det i hovedsak skip mellom 5 500 og 8 000 tonn (Wilson) som frakter kvarts ut fra Elkem sitt brudd. Båtene har mulig dypgang mellom 6,8 og 7,4 m og kan kun gå ut på høyvann. I tillegg benyttes også mindre båter som tar ca. 1 200 tonn (Strand-shipping). Båtene har uregelmessige anløp og kan komme alle dager i uka. Enkelte uker kan ha 5-6 anløp og andre uker ingen anløp. Over året er det ca. 180 anløp, med i snitt 3,5 hver uke. Møtesituasjoner, der fartøy på vei inn leden møter fartøy på vei ut, forekommer svært sjeldent. Det er i dag ikke utfordringer knyttet til møtesituasjoner hva angår nyttetraffikk. Eventuelle møtesituasjoner håndteres ved hjelp av kommunikasjon (VHF) i tillegg til eventuelt los.

² En del slike fartøyer har skaffet seg AIS på eget initiativ.



Figur 3.1 Sjøkart over analyseområdet.

Et oversiktsbilde av trafikken fra AIS-data er vist i Figur 3.2. Skipstypefordelingen i analyseområdet er hovedsakelig preget av stykkgodsskip og bulkskip, i tillegg til fiskefartøy og andre servicefartøy.



Figur 3.2 AIS-data for innseilingen til Leirpollen

Noen typer fartøy er av mindre interesse for analysen, og trafikk som åpenbart er tidsavgrenset for siste års AIS-data, og som ikke forventes å vedvare til dagens situasjon og videre i fremtiden, fjernes.

3.1.1 Seilingsbergrensninger

Følgende seilingsbegrensninger er satt av Kystverket for innseilingen til Leirpollen (Ref. 8):

«Med bakgrunn i farvannets beskaffenhet er den øvre anbefalte grense på fartøyets lengde for losing til/fra Leirpollen 127 meter (LOA).

Utseiling tilpasses tidevannet slik at seilasen gjennom "Kanalen" ikke gjennomføres ved medstrøm. Ved mørkeseilas kreves det god søkelyskaster. Utseiling fra Leirpollen skal kun skje i tidsrommet to timer før høyvann til høyvann. Dette pga å ikke få medstrøm samt å få den nødvendige dybde og bredde i kanalen. Største dypgående ved avgang må ikke overstige 7,2 meter. Det er ikke anledning å utføre losinger utover de fastlagte begrensninger hva gjelder dypgående.

Ved innseiling til Leirpollen skal dypgående ikke overstige 6,8 meter. Innseiling skal kun skje fra 1 time før høyvann til 1 time etter høyvann ved dypgående fra 5,5 til 6,8 meter.

(Etter tiltak vil det være naturlig at maksimalt tillatte dypgående endres til for eksempel at dypgående ikke skal overstige 7,4 meter, både for innseiling og utseiling. Ved større dypgang bør nye tilsvarende begrensninger utformes i samråd med los og representanter fra Kystverket, som også kan vurdere eventuelt andre endringer av de nåværende seilingsbegrensningene.)

For fartøyer mindre enn 80 meter kan losing utføres uavhengig av strømmretning dersom fartøyet har "Becker-ror" eller tilsvarende ror/innretning som gir svært gode svingegenskaper.

På grunn av kanalens beskaffenhet må sikten vurderes fra seilas til seilas. (Skipets utrusning som for eksempel radar, lyskaster, styreegenskaper etc. har stor betydning for losens vurdering)

Ved vind over 20ms fra sør til vest skal det ikke foretas innseiling.

Skipet skal ha ankrene klar og bemannet ved inn/utseiling»

3.2 Trafikkgrunnlag fra AIS

Trafikkgrunnlaget er funnet ved å summere alle AIS-spor³ som går mellom Tanafjorden og Leirpollen. Denne dataen er videre blitt supplert med og sjekket mot anløpsstatistikk fra Elkem Tana (Ref. 9). For dagens situasjon ser fordelingen av trafikk i området ut som vist i Tabell 3.1. AIS-data kan være noe unøyaktig hva gjelder innrapportert skipsinformasjon, og benyttet AIS-data er derfor kryssjekket mot IHS Fairplay skipsdatabase for å sikre korrekt data samt å oppdatere format på skipstype til å passe med mal for samfunnsøkonomisk analyse. En mulig unøyaktighet i innrapportert skipsinformasjon i AIS-dataen for området er at noen av stykkgodsskipene heller burde vært registrert som bulkskip. Ifølge Elkem er det hovedsakelig bulkskip som anløper kvartsittbruddet. Antallet skip som anløper er imidlertid korrekt uavhengig av hvilken skipstype skipet selv har registrert seg som, samt at begge skipstypene behandles likt i analysen. Denne potensielle skjevheten utgjør derfor ingen betydning for resultatet i analysen og er ikke undersøkt videre her.

Tabell 3.1 Detaljert summering av antall passeringer inn og ut av Leirpollen - Dagens situasjon.

Skipstype / Skipsrute	Leirpollen
Oljetankskip	0
Kjemikalie-/produkttankskip	0
Gasstankskip	0
Bulkskip	114
Stykkgodsskip	220
Konteinerskip	0
Roro-skip	0
Kjøle-/fryseskip	0
Passasjerbåt	0
RoPax-skip	0
Cruiseskip	0
Offshore supply skip	0
Andre offshore service skip	0
Andre servicefartøy	6
Fiskefartøy	26
Annet	0
Sum skipsrute	366

³ Logging av AIS-data kan plottes som en strek der hvert skip har seilt.

3.3 Trafikkgrunnlag etter tiltak

Etter at farledstiltak er gjennomført er det anslått at trafikk til næringsaktøren Elkem i Leirpollen vil endres noe. Følgende antagelser er lagt til grunn ved estimering av trafikk etter tiltak (Ref. 9):

- Fartøy med DWT mellom 0 og 3 600 forblir uendret
- Fartøy med DWT mellom 3 600 og 4 500 endres til eksempelskip Wilson Tana (7 174 DWT)
- Fartøy med DWT mellom 4 500 og 6 000 endres til eksempelskip Wilson Narvik (8 354 DWT)
- Fartøy med DWT mellom 6 000 og 8 500 endres til eksempelskip med DWT på 10 600
- Metriske tonn stein skipet ut fra Leirpollen holdes likt før og etter tiltak. Dette medfører da færre anløp, siden skipene blir større. Antall passeringer etter tiltak er dermed redusert i modellen.

Tabell 3.2 viser størrelsen til overnevnte eksempelskip.

Tabell 3.2 Eksempelskip benyttet i trafikkgrunnlag etter tiltak

Eksempelskip	L (m)	B (m)	D (m)	DWT
Wilson Tana	110,55	17,58	7,02	7 174
Wilson Narvik	123,04	16,5	7,4	8 354
10'000-tonner ⁴	138	15,9	7,8	10 600

Trafikkbildet for analyseområdet vil endre seg i samsvar med dette. Tabell 3.3 viser fordelingen av trafikk, summering av antall passeringer inn og ut av Leirpollen, etter tiltak.

Tabell 3.3 Detaljert summering av antall passeringer inn og ut av Leirpollen - etter tiltak

Skipstype \ Skipsrute	Leirpollen
Oljetankskip	0
Kjemikalie-/produkttankskip	0
Gasstankskip	0
Bulkskip	80
Stykkgodsskip	166
Konteinerskip	0
Roro-skip	0
Kjøle-/fryseskip	0
Passasjerbåt	0
RoPax-skip	0
Cruiseskip	0
Offshore supply skip	0
Andre offshore service skip	0
Andre servicefartøy	6
Fiskefartøy	26
Annet	0
Sum skipsrute	278

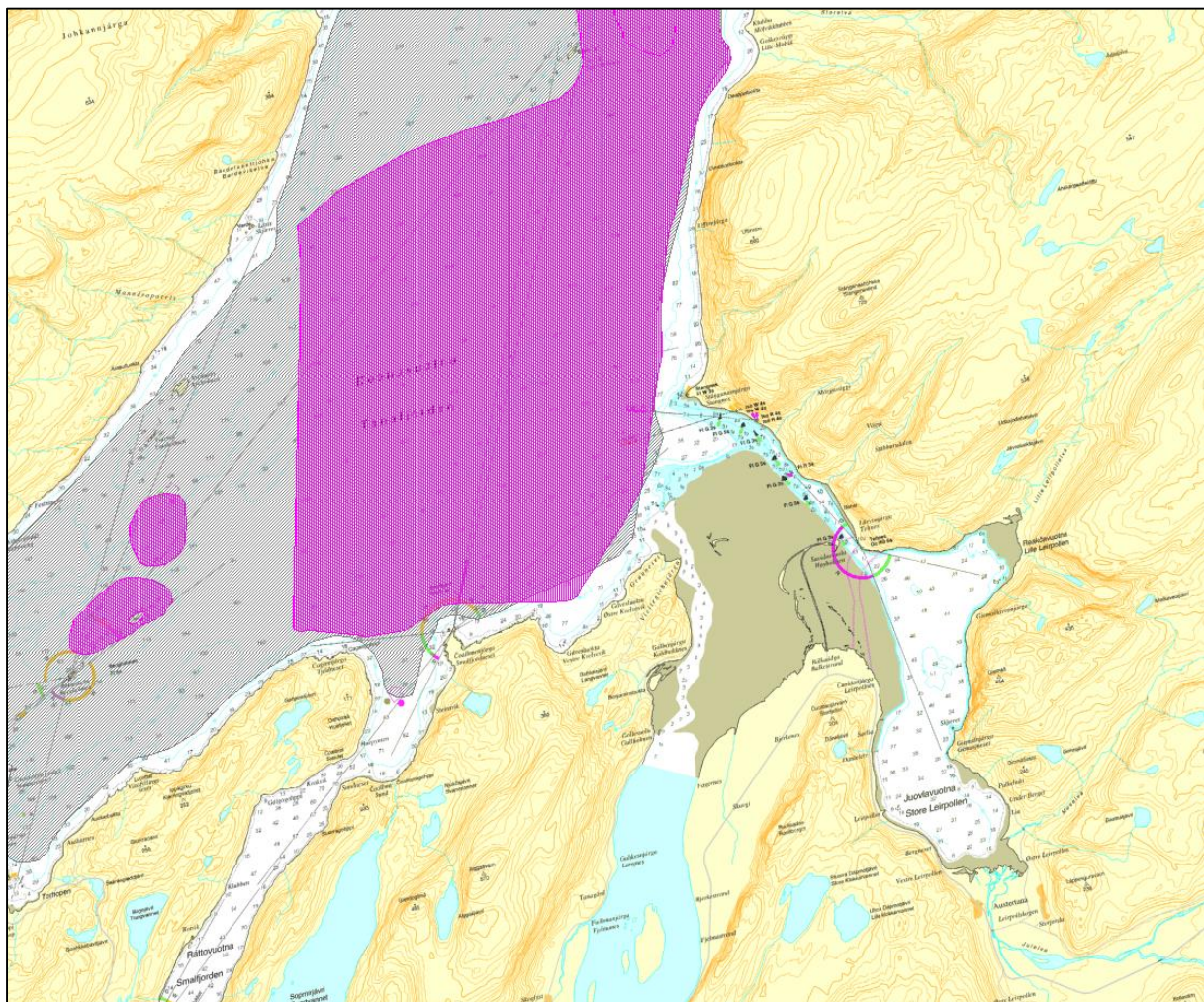
⁴ Hentet fra liste over generelle dimensjoner for lengde, bredde dypgående m/full last (Ref. 9)

3.4 Irregulær trafikk i ledene

Det er funnet riktig å innhente tilleggsmateriale fra lokale kilder, i tillegg til AIS-data, spesielt for mindre fartøy for å slik kunne gi et bedre grunnlag for analysen. Safetec har i den forbindelse vært i kontakt med Elkem Tana AS (Ref. 7) som igjen har forhørt seg med Wilson som de siste 15 – 20 årene har stått for størstedelen av skipning fra Elkem Tane med båter over 5 000 tonn.

Det er noe trafikk av små fartøy, som små fiskefartøy og fritidsbåter, i selve innseilingen og i Store Leirpollen. Trafikken av småbåter er noe høyere om sommeren i forhold til resten av året. Møte mellom nyttetrafikk og småbåter skaper problemer grunnet bredden i farvannet. Mest vanlig er små fiskefartøy som ikke svarer på VHF, hvorpå nyttetrafikk da må benytte horn og håndsignaler for å få de til å vike. Wilson er ikke kjent med hendelser eller nesten-hendelser mellom små fartøy og nyttetrafikk.

Figur 3.3 viser fiskeplasser i Tanafjorden hvor det benyttes aktive og passive redskap. Som figuren viser er det ikke fiskeplasser i selve innseilingen eller i Store Leirpollen, men det forekommer likevel tidvis fiske også der.



Figur 3.3 Fiskeplasser i Tanafjorden, rosa-skravert felt er fiskeplasser aktive redskap, grå felt er fiskeplasser passive redskap

4 MENNESKELIGE FEIL

De matematiske modellene gir teoretiske verdier for ulykker, og gjenspeiler skipene og farleden. Estimaten for menneskelige feil som benyttes i modellen bygger normalt på statistikk over midlere antall ulykker i analyseområdet. Der det ikke foreligger slik statistikk er informasjonsinnhenting med lokale aktører benyttet, så godt det lar seg gjøre. Når det gjelder data for menneskelige feil foreligger en gjennomgang av aktuelle middelverdier i Ref. 10 og Ref. 11.

Når det gjelder bruk av los har forholdene endret seg i de senere år. For skip som ikke fører farlig last kan navigatører opparbeide seg rett til farledsbevis på definerte strekninger som de har ervervet seg meget godt kjennskap til. Skip som fører farlig last er imidlertid lospliktige. Los antas å redusere risikoen for kollisjoner og grunnstøtinger.

Overvåking fra trafikkentral praktiseres enkelte steder i Norge og i utlandet. Det er mulig å hindre kollisjoner i trange leder ved å påse at bare ett skip passerer av gangen. Det er ingen slik funksjon i Leirpollen, men det foreligger prosedyrer som skal hindre at skip møtes i leden. Det er imidlertid medregnet en restsannsynlighet, der menneskelige feil er årsak til at det likevel kan bli skip på kollisjonskurs i leden.

Årstider og sesong kan spille en rolle for trafikkbildet i analyseområdet. Det er imidlertid ikke foretatt inndeling av året i perioder, og det er heller ikke tatt hensyn til varierende værforhold. De verdiene som er benyttet er middeltall.

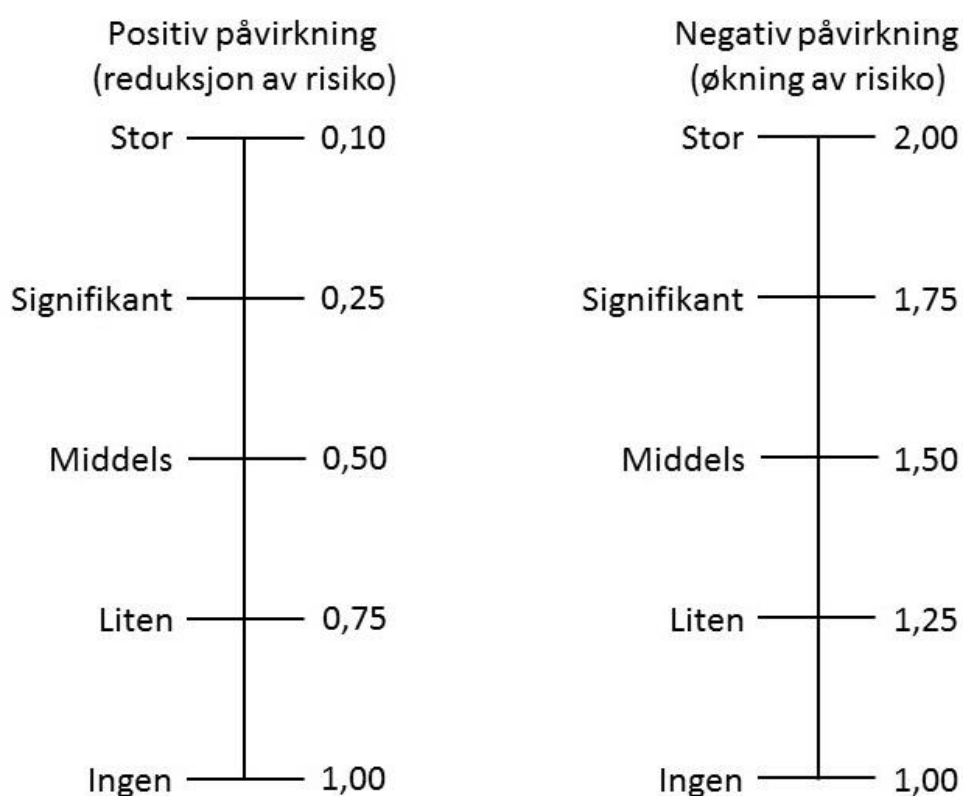
Merking er en viktig faktor selv om elektroniske hjelpemidler er blitt vanlige. Bekreftelse fra fysiske merker om skipets posisjon fjerner eventuell usikkerhet hos navigatøren. Navigasjonsinnretninger inngår som en del av utbedringsarbeidet.

5 NAVIGASJONSUTFORDRINGER I LEDEN

Vurdering av vanskelighetsgraden til et farvann er en veldig subjektiv øvelse, og påvirkes av mange faktorer. Navigering gjennom et område kan oppleves som veldig ulik med forskjellige fartøy, høy eller lav hastighet, gode eller dårlige værforhold og en rekke andre faktorer. Navigatører har ulik bakgrunn og erfaring, og skip har ulike hjelpemidler, styrker og svakheter. Generelt sett er det likevel visse faktorer som oppleves som positive eller utfordrende på generell basis. Områder som oppleves som vanskelige har ikke nødvendigvis en høy risiko for ulykker. Dette gjenspeiles i historiske data for analyseområdet.

De etterfølgende vurderingene er gjort av Martin Hassel, som blant annet har en bakgrunn som hurtigbåtnavigatør og navigasjonsinstruktør fra Sjøforsvaret. Hassel har erfaring fra seilas i høy hastighet i alle typer kystfarvann til alle årstider og under krevende og ulike vær- og lysforhold. Han har derimot ikke seilt inn til Leirpollen, men har erfaring fra lignende farvann/innseilinger.

Ekspertvurderinger er subjektive og har ofte en stor grad av usikkerhet forbundet med seg. Dette gjelder spesielt når man skal forsøke å sette tall på ting som ikke så lett lar seg tallfeste. En skala som kan være nyttig å bruke for en mest mulig etterprøvbare og felles bedømmelse er vist i Figur 5.1 nedenfor (Ref. 12). Ved å se på om effekten av noe er positiv eller negativ, og deretter i hvor stor grad, får man en tallverdi som deretter kan brukes som en faktor i beregninger.



Figur 5.1 Skala til bedømming av effekt

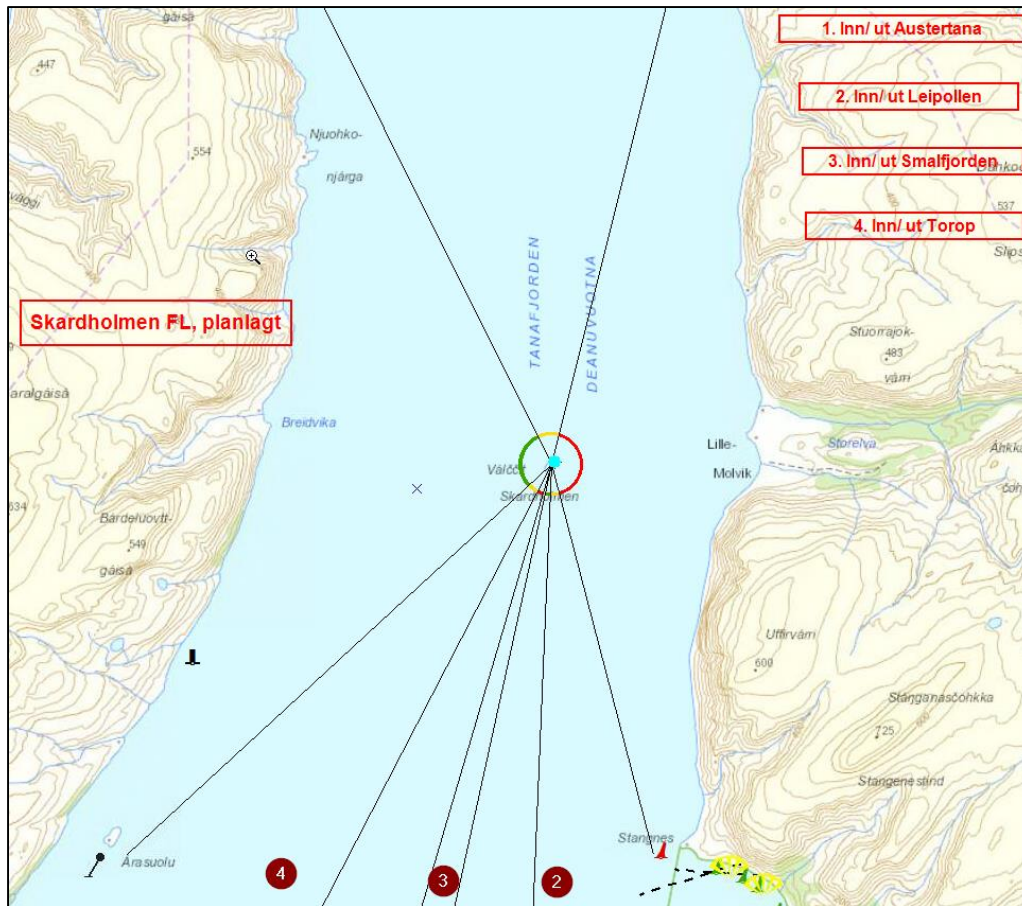
5.1 Tanafjorden (nord for Stangnes)

Tanafjorden er farvannet nord/vest for Stangnes. Dette er en åpen og bred fjord med lite/ingen kryssende trafikk eller nevneverdige navigasjonsutfordringer. Den eneste hindringen på vei inn mot Stangnes er Skardholmen, en liten holme som ligger midt i fjorden N-NW for Stangnes. Holmen har en båke på seg, og ligger i rød sektor på både Smalfjord lykt og Bergholmen lykt som begge ligger i sørenden av fjorden. Rødsektoren fra Smalfjorden lykt er omtrent 500 m bred ved Skardholmen, og på en rett nord/sør-gående kurs er holmen med tilhørende grunt farvann omtrent 250 m bred.

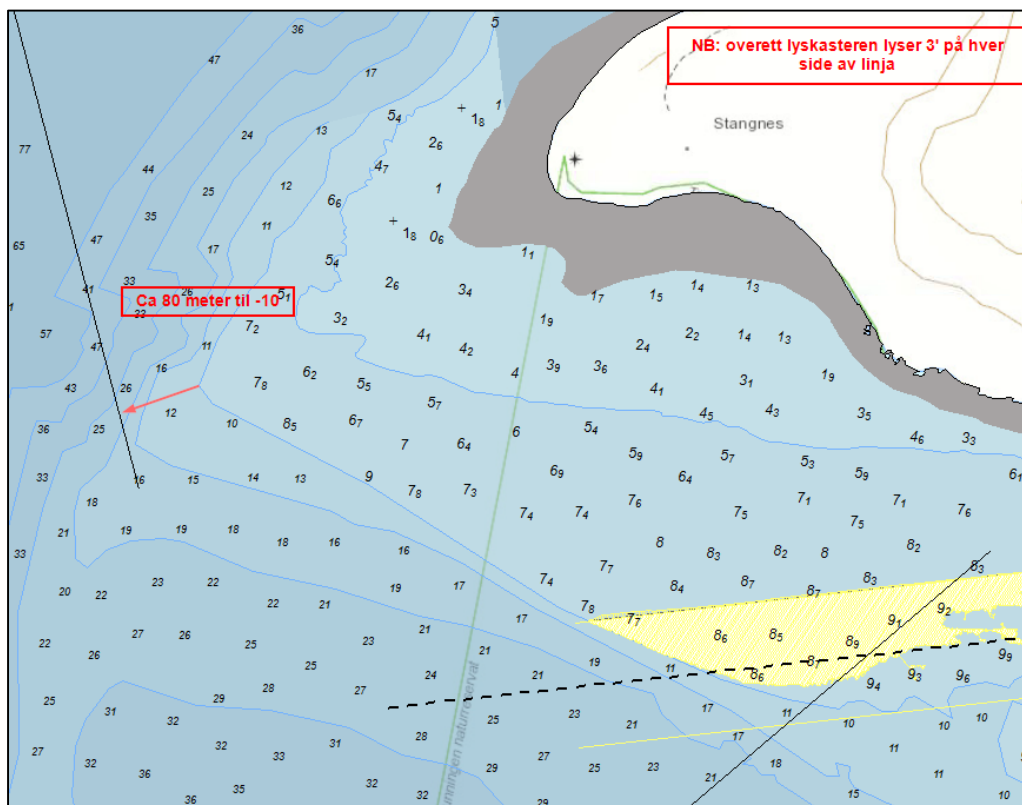
Det er foreslått å opprette en sektorlykt på Skardholmen, blant annet med en rød/hvit sektor for å markere ytterste begrensning på Stangnes. (Se Figur 5.2 for detaljer.) Et slikt tiltak vil ha en positiv effekt, da det historisk sett har skjedd flere hendelser (grunnstøtinger/allisjoner⁵) mot objekter/hindringer som ligger midt i fjorder og leder som anses som enkle, selv om disse ligger i rødsektorer og/eller har egen varde/båke eller er markert på andre måter. Lykten er planlagt med en karakteristikk med ett sekunds blink etterfulgt av 4 sekunder mørke (Fl 5s), og avstanden perpendikulært på sektorskillet hvit/rød ved Stangneset til - 9,0 m vil være omtrent 80 meter (se Figur 5.3). Eksisterende rødstake utenfor Stangneset og eksisterende hvitblink på Stangnes er planlagt fjernet, slik at sektorskillet vil være eneste holdepunkt for å gå klar av neset. Dette anses som litt ugunstig, da en signifikant positiv effekt i form av en ny lykt og sektorskille blir kombinert med en litt negativ effekt av å fjerne et lysende objekt og flytende sjømerke/fysisk holdepunkt utenfor Stangneset. Det bør i tillegg bemerkes at med kun 80 meter mellom sektorskillet og grunt farvann vil et fartøy som sklir over i rød sektor med en 45 grader vinkel i forhold til sektorskillet, og en fart på 12 knop kun være i rød sektor i 3-5 blink før det er inne på grunt område. Dette kan tale for å vurdere en karakteristikk på lykta med litt hurtigere oppdatering, om det velges å ikke ha noe fysisk objekt i "innersving" utenfor Stangneset.

Å få et lysende objekt på Skardholmen vil være en forbedring, og med en tydelig rød/hvit sektor som markerer trygg seilingsled forbi Stangnes vil dette være en middels forbedring (faktor 0,5). Totalt sett får man en liten forbedring (faktor 0,75) når man tar i betraktning en liten negativ effekt av å fjerne eksisterende rødstake og hvitblink ved Stangnes, uten å erstatte disse med en HIB, som har vært vurdert.

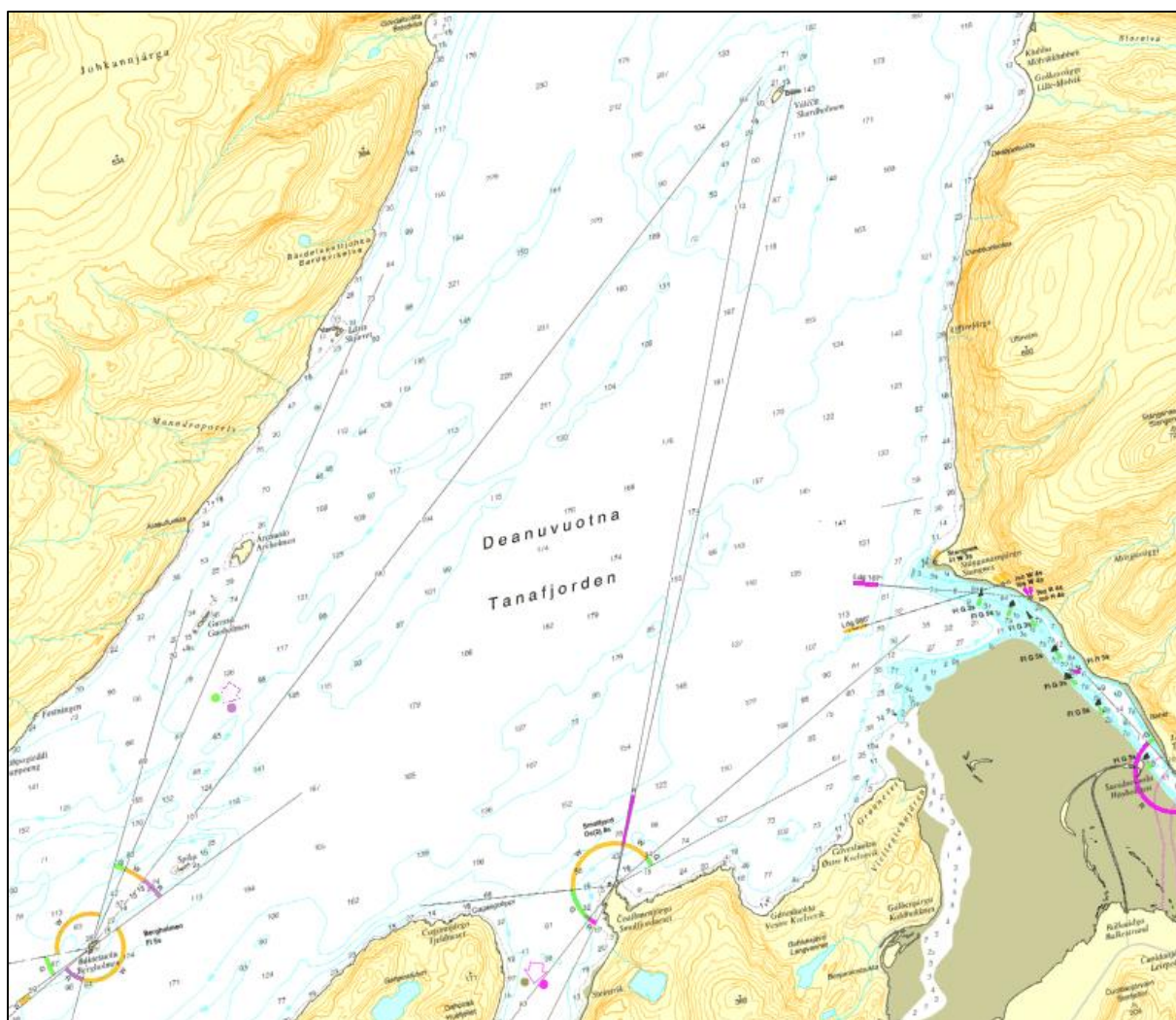
⁵ Allisjon er et sammenstøt mellom et skip og et statisk menneskeskapt objekt, som f.eks et sjømerke



Figur 5.2 Planlagt sektorlykt på Skardholmen



Figur 5.3 Kartutsnitt av området ved Stangnes, som viser nytt sektorskille og avstand til - 10 m dybde.

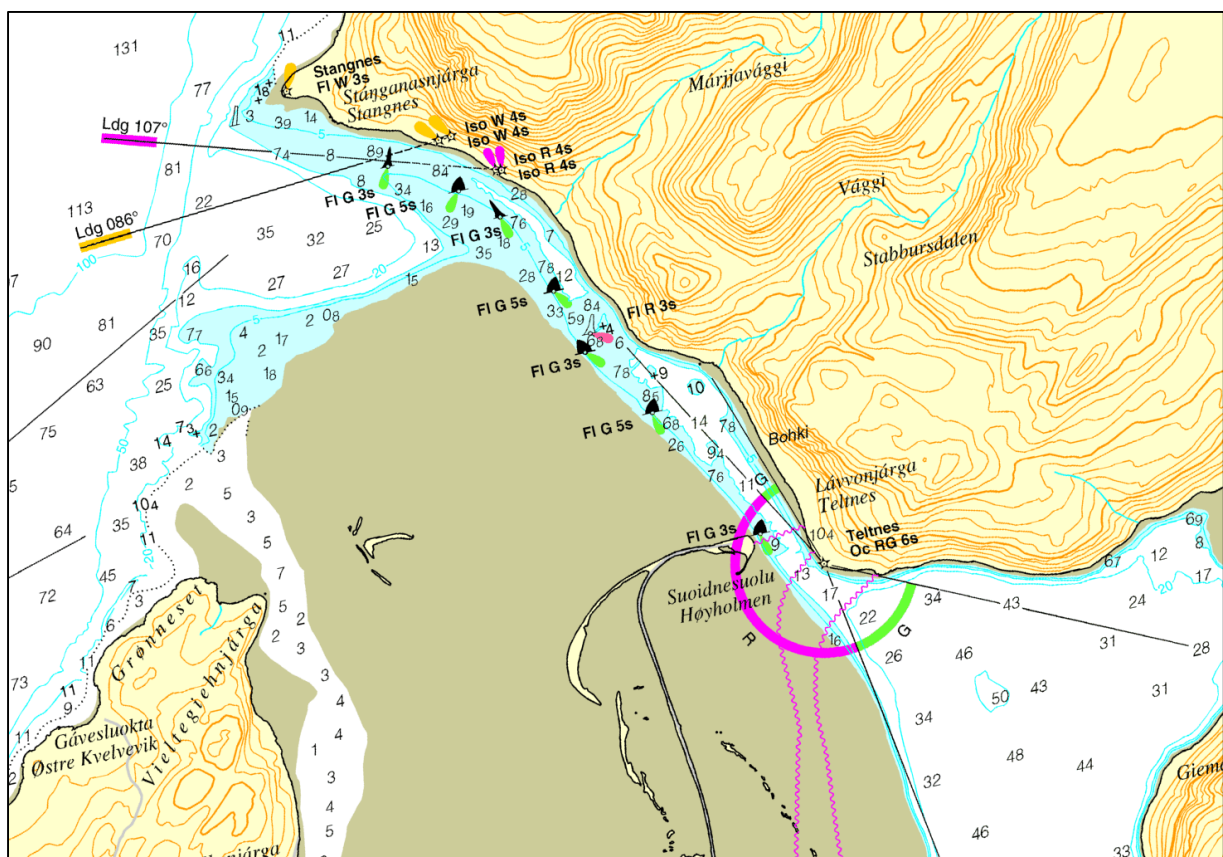


Figur 5.4 Kartutsnitt av Tanafjorden og Skardholmen. Dagens situasjon.

5.2 Stangnes til Teltnes ("Kanalen")

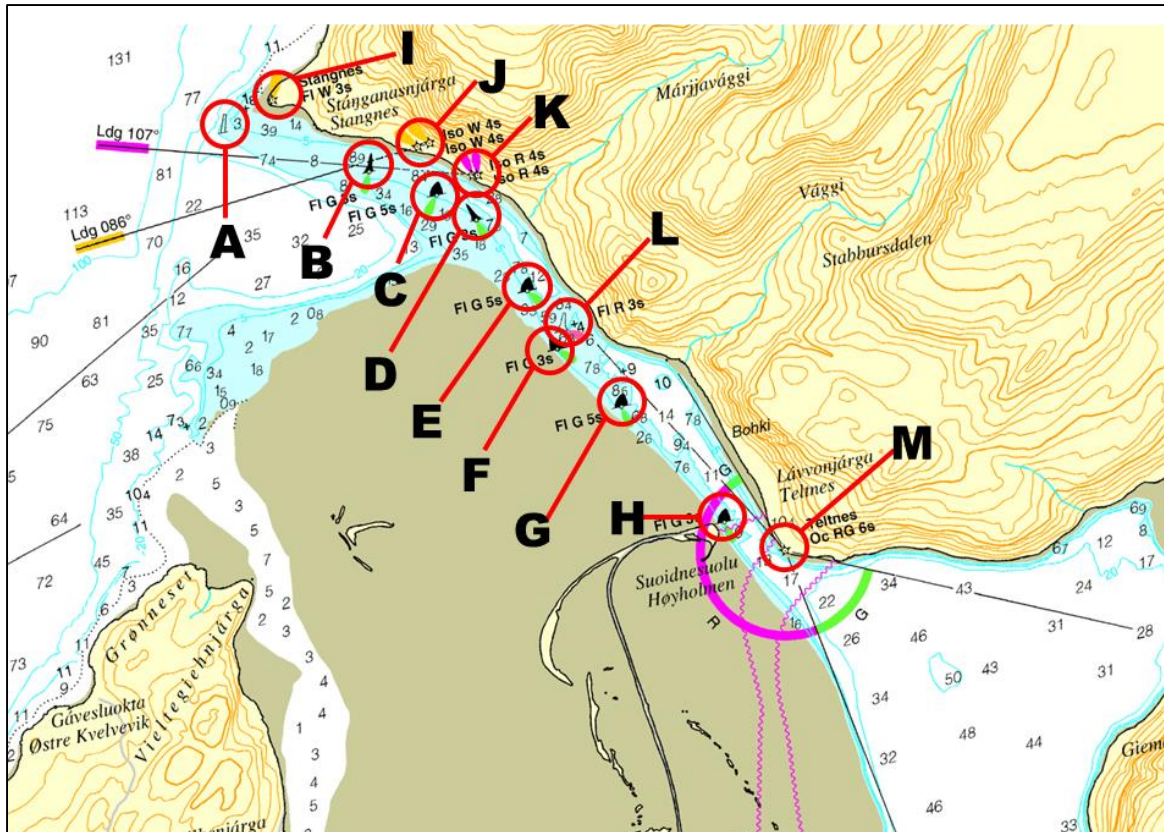
Området fra Stangnes og sørover Teltnes er en trang farled (uttrykket kanal er brukt i beskrivende form, men selve farleden er på ingen måte en ordentlig kanal) med helt andre navigasjonsutfordringer og egenskaper enn selve Tanafjorden. Innseilingen til kanalen er i dag markert med en rødstake som markerer sidebegrensning, samt en hvitblink på Stangneset. Det er dessuten to overretter som viser vei inn i selve kanalen. Kanalen består i dag av 7 grønnstaker, samt en rødstake på det trangeste, ved Vagge. Selve kanalen er grunn og smal, og ikke særlig ensformet eller tydelig. Det er relativt små kursendringer som er nødvendig underveis, men kanalen kan ha mye strøm og det er kun godt radarland på østsiden, ovenfor strandsonen (hvor det er flatt og dårlig radarland). (Se Figur 5.5 for dagens situasjon.)

I forbindelse med et annet prosjekt for Kystverket har Safetec fått tilbakemelding fra flere navigatører om at et krevende farvann som er godt merket ofte er å foretrekke over et farvann som er ansett som enkelt, men som har dårlig sjømerking (Ref. 13). I den forbindelse kan man si at dagens situasjon i kanalen kan virke uoversiktlig, krevende og ikke optimal med hensyn på sjømerker. En utdyping vil alene gi en mer oversiktlig, forutsigbar og rettete led som vil gi mer overskudd til navigatørene. Kombinert med en ny merkeplan med færre sjømerker, synkroniserte og bunnfaste HIB'er, vil dette påvirke positivt i vesentlig grad.

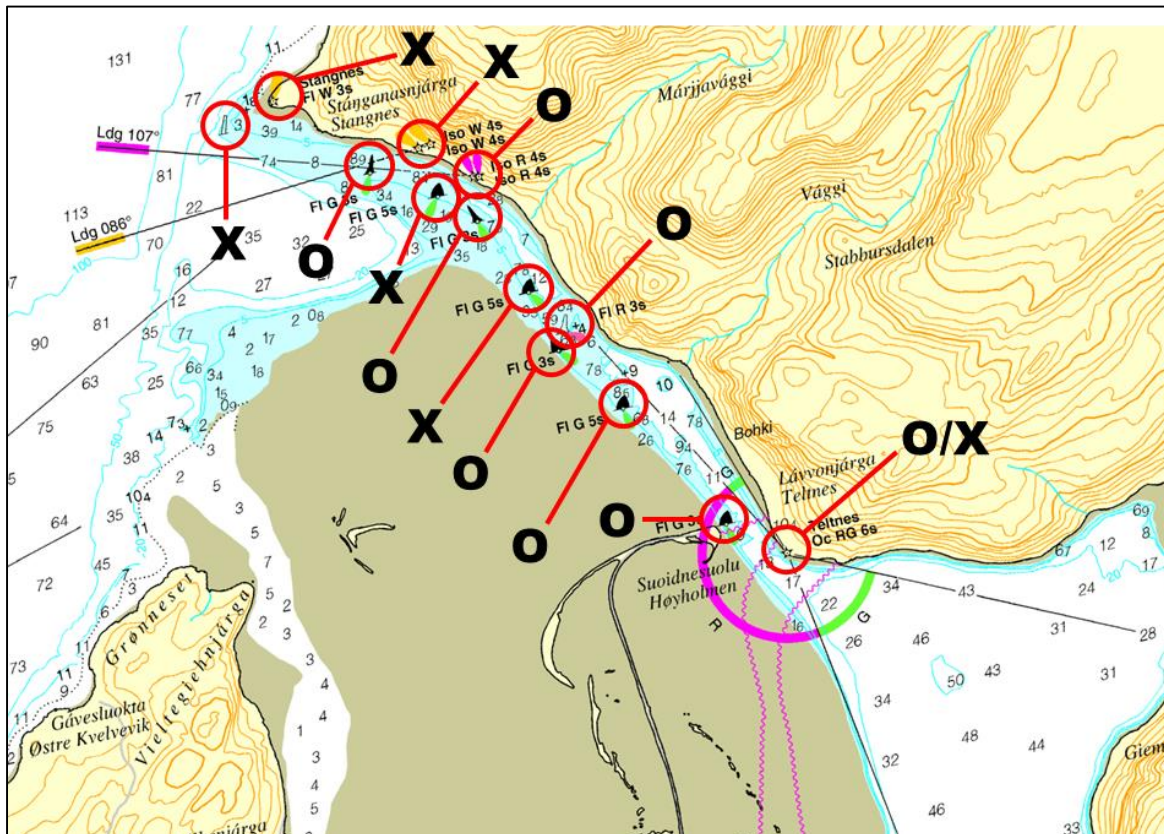


Figur 5.5 Kartutsnitt av området mellom Stangnes og Teltnes ("Kanalen"). Dagens situasjon.

Figur 5.6 viser alle eksisterende sjømerker, nummerert for enklere referanse i påfølgende avsnitt.



Figur 5.6 Kartutsnitt av området mellom Stangnes og Teltnes ("Kanalen"). Dagens situasjon, nummerert.



Figur 5.7 Kartutsnitt av området mellom Stangnes og Teltnes ("Kanalen"). Forslag til ny merkeplan. (X = fjernes, O = oppgraderes)

Det er i den nye merkeplanen (se Figur 5.8) foreslått å fjerne rødstaken utenfor Stangnes (A) (det har vært vurdert å erstatte denne med en rød HIB), fjerne hvitblinken på Stangnes (B), fjerne den hvite overretten ved Stangnestind (J), samt å tilpasse overretten ved Maridalen (K) slik at den er sentrert i forhold til den nye utdypede kanalen. Videre er det foreslått å erstatte eksisterende grønnsaker (B-H) med totalt 5 bunnfaste HIB'er med indirekte belysning. Figur 5.7 viser en oversikt over hvilke sjømerker som er planlagt fjernet (X) og hvilke som er planlagt oppgradert (O). Samtlige grønnsaker er planlagt fjernet, og (omtrent) i posisjonene B, D, F, G og H er det planlagt å sette ut nye bunnfaste grønne HIB'er. Posisjonene til de nye HIB'ene vil være noe forskjellig som vist i Figur 5.8 Det er i utgangspunktet tenkt å ha HIB'er langs vestsiden av kanalen mens det på østsiden kun er planlagt å erstatte rødstaken (L) ved Vagge med en ny rød HIB.

Effekten av å fjerne merkene ved Stangnes (A og I) er omtalt tidligere og vil ikke bli gjentatt her. Fjerningen av Stangnestind overrett (J) anses som uproblematisk, og fjerning/oppgradering av lateralmerkene i leden (B-H og L) vil være en middels til signifikant forbedring. Som en konservativ antagelse benyttes middels forbedring videre i analysen.

Totalt sett er den foreslåtte merkeplanen i farleden mellom Stangnes og Teltnes en betydelig forbedring fra dagens situasjon (faktor 0,50).

Sektorlykten på Teltnes vil bli omtalt i neste avsnitt, som omhandler Leirpollen.

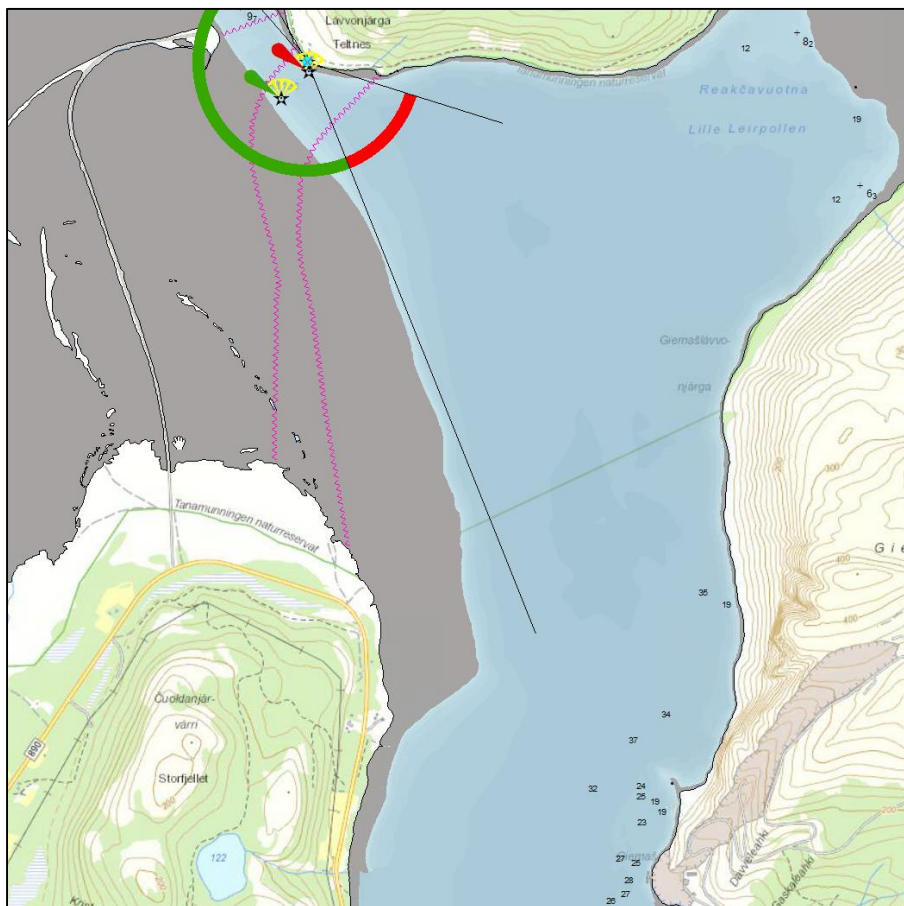


Figur 5.8 Kartutsnitt av området mellom Stangnes og Teltnes ("Kanalen"). Forslag til ny merkeplan og utdyping.

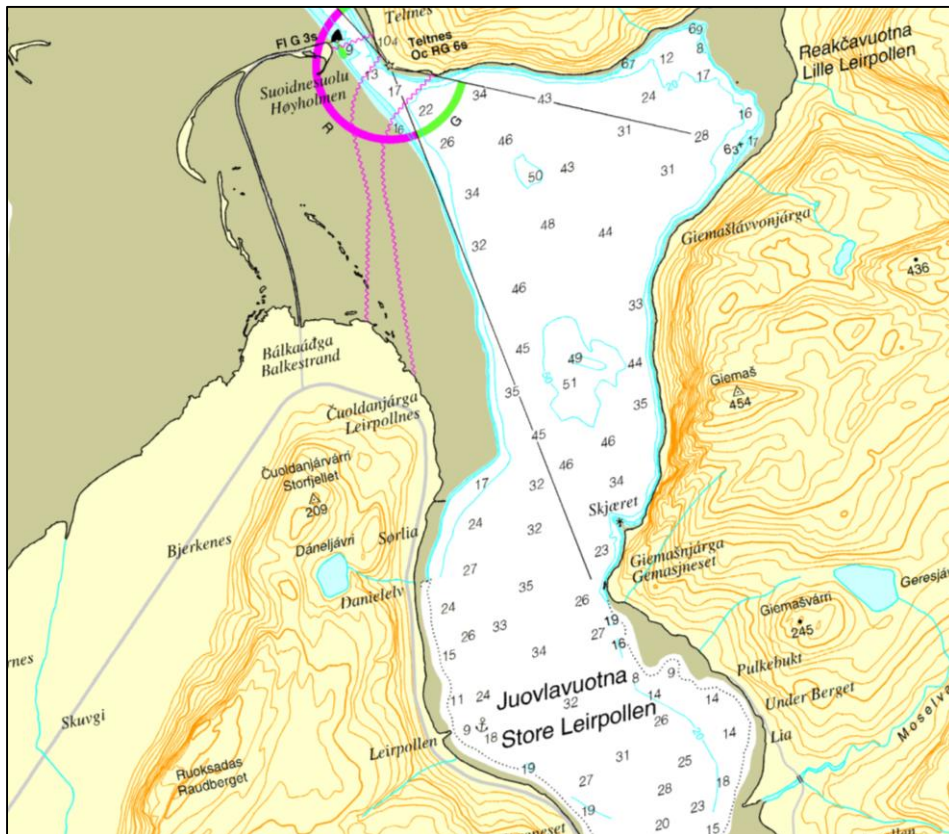
5.3 Leirpollen (Sør for Teltnes)

Området sør for Teltnes, Leirpollen, er til sammenligning mer likt Tanafjorden, da det er en åpen fjordstrekning, dog smalere og med et par elementer som man bør være observant på. Dagens situasjon er at sektorlykten på Teltneset har et sektorskille rødt/grønt som markerer sandbanken på vestsiden, samt Gemasjneset. Skjæret, nord for Gemasjneset er eneste andre nevneverdige hindring, men dette anses å være mindre relevant i denne sammenhengen, og representerer ikke et reellt risikobidrag på grunn av den naturlige kursen man har mellom Teltnes og Leirpollen/Gemasjneset.

Det er i den nye merkeplanen to ulike forslag som er foreslått, det første forslaget (T1) er å fjerne den eksisterende lykten, og sette opp en rød HIB utenfor Teltnes. Det andre forslaget (T2) er å fjerne den eksisterende lykten, og sette opp en ny lykt et lite stykke unna den gamle, men med sektorskille på omtrent samme sted i forhold til sandbanken på vestsiden (Se Figur 5.9). Et eventuelt bortfall av lykten vil ha en viss negativ effekt på risikoen, da det ikke er noen andre sjømerker som markerer østre kant av sandbanken mellom Høyholmen og Leirpollneset på vestsiden av fjorden. Som man kan se i Figur 5.11 er tørrfallet relativt markant, og kan muligens sees tydelig mesteparten av tiden. Sektormerkingen på Teltneset lykt vil dessuten kun være til hjelp i mørke, så det er allerede perioder hvor det i praksis ikke er noen markering av østre begrensning av tørrfallet. Tilbakemeldinger fra losere som ferdes i området sier også at sektorskillet/lykta i praksis ikke benyttes på nordgående, da fartøyene da ligger godt til styrbord, langs østre del av fjorden. Lykteskillet brukes kun på sørgående for å vite når kursen er klar av sandbankene mot vest. Den negative effekten av å fjerne Teltnes lykt (og erstatte den med en rød HIB) kan derfor sies å være liten (faktor 1,25), mens alternativet med å beholde lykta vil ha ingen negativ effekt, heller en liten marginal positiv effekt siden lykta blir oppgradert.



Figur 5.9 Kartutsnitt av området ved Teltnes som viser alternativ T2.



Figur 5.10 Kartutsnitt av området sør for Teltne, Leirpollen. Dagens situasjon.



Figur 5.11 Flyfoto av området Leirpollen-Teltne-Stangnes (kilde: Norgeskart.no)

5.4 Utdypning til -10,0m versus utdypning til -9,0m i "kanalen"

I dag er det i hovedsak skip mellom 5500 og 8000 tonn (Wilson) som frakter kvarts ut fra Elkem sitt brudd ved Gemasneset. Båtene har mulig dypgang på mellom 6,8 m og 7,4 m og kan kun gå ut på høyvann. I tillegg benyttes også mindre båter som tar omtrent 1200 tonn (Strand-shipping). Båtene har uregelmessige anløp og kan komme alle dager i uka. Enkelte uker med 5-6 anløp og andre uker uten anløp. Over året er det omtrent 180 anløp, med et snitt på 3,5 anløp hver uke. Det er ikke møtende trafikk i kanalen, og nordgående trafikk gis fortrinnsrett. Det er derfor mindre aktuelt med kollisjonsproblematikk, og dermed snakk om fare for grunnstøting som er relevant i denne saken.

Etter en utdypning er det kommet innspill på at det er ønskelig med større båter med færre anløp til å gå i området. Størrelsen på eventuelle nye fartøy vil styres av dybde i kanalen etter utbedring, og man kan således ikke si at det nødvendigvis blir en større positiv effekt av å utdype til -10 m versus -9 m, da marginene kan ende opp å bli relativt likt.

Tidevannsforskjellen i området er ikke uvesentlig, med en høyeste observert vannstand på +3,79 m og en laveste observerte vannstand på -0,39 m, i forhold til sjøkartnull (LAT) (Ref. 14). Generelt sett viser statistikk at gjennomsnittlig vannstand ligger på omtrent +1,65 m med normal variasjon i intervallet +0,78 m til +2,51 m. I perioder vil lavvannet ligge på rundt +0,5 m, men det er sjelden at det går under dette. I praksis har man dermed nesten en meter mer vannsøyle enn det man utdyper til, om utdypningsdybde tar utgangspunkt i sjøkartnull.

Utbedringen i leden vil føre til en breddeøkning til 120 m gjennom "kanalen", og i dette tilfellet ville effekten av en breddeøkning være større enn effekten av å utdype ytterligere, fra 9 til 10 meter. En breddeøkning vil komme all trafikk til gode, men en økning fra -9 m til -10 m vil kun angå noen få fartøy.

Dersom man gjør utbedringstiltak som tilrettelegger for større fartøyer i leden, kan det bli nødvendig å oppdatere gjeldende losforskrift for å gjenspeile de nye farvannsforholdene og mulighetene for større fartøy å bruke leden.

Når det gjøres utbedringer vil dette alltid være positivt, isolert sett, og spørsmålet blir gjerne: hva er "bra nok". Dette blir som regel en kost-nytte beregning som gjøres av den samfunnsøkonomiske analysen, da det ofte er liten forskjell i de ulike alternativene fra et risikoanalytisk standpunkt. En dypere led er unektelig bedre enn en ikke fullt så dyp led, og færre anløp av større fartøy vil også påvirke risikoen positivt, derimot vil en slik utvikling kunne føre til større konsekvenser dersom en hendelse faktisk skulle inntreffe.

Prosjektet har i hovedsak konsentrert seg om to ulike alternativer, utdyping til henholdsvis -9 m eller til -10 m. En stor utdypning har flere fordeler og muliggjøre at flere fartøyer vil kunne benytte leden, men må sees i sammenheng med kost-nytte effekt. Vår kvalitative vurdering fra et risikoanalytisk perspektiv er at en utdyping til -10 m kun er en marginalt bedre løsning enn utdypning til -9 m, og det er andre tiltak (for eksempel i forbindelse med merkeplan) som vil gi en større sikkerhetsmessig gevinst, enn en ytterligere utdyping.

6 ULYKKESFREKVENSER

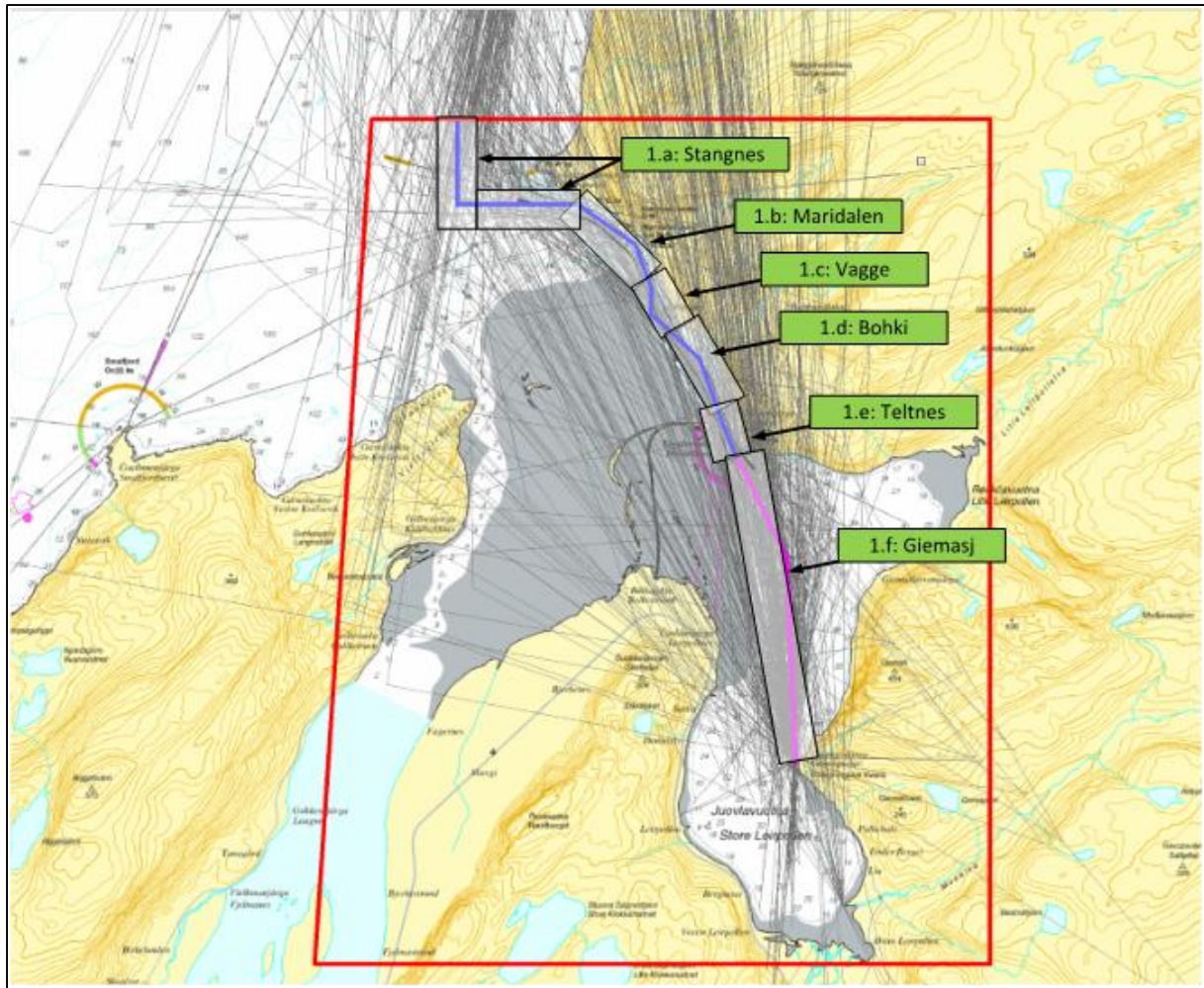
I denne risikoanalysen er en ulykke begrenset til et fartøy som grunnstøter, eller kollisjon mellom to fartøyer. Ulykkesfrekvenser som presenteres er da summen av frekvensene. Ved beregningene av sannsynlighet for kollisjon og grunnstøt i kystfarvann benytter Safetec matematiske modeller basert på de aktuelle farledenes beskaffenhet kombinert med estimat for menneskelige eller tekniske feil. Den matematiske modellen for både ulike typer grunnstøtinger og kollisjoner er beskrevet i vedlegg A.

For å vurdere hva endringer av farleden kan bety for risikoen må det foretas to beregninger; en for tilstanden før og en for tilstanden etter at tiltakene er gjennomført. Merk at områder som ikke utbedres likevel kan få endret ulykkesfrekvens dersom det er anslått at trafikkmengden vil endre seg i det området som følge av utbedring et annet sted.

Risikoanalyser av denne typen, for lokale områder med få ulykker, er usikre både fordi en realistisk verifikasjon ved sammenlikning med aktuell ulykkeshistorikk gir liten mening, og fordi modelleringen er nokså grov. Imidlertid mener Safetec at de aktuelle farledene som analyseres ikke er så spesielle at generelle data relatert til navigatører ikke kan anvendes.

Seilassen til og fra Leirpollen er delt inn i seks segmenter, etter farledenes beskaffenhet og trafikksituasjon. Inndelingen er gjort for å synliggjøre effekt av tiltakene lokalt på en nøyaktig måte. Det skilles mellom inndelinger som følge av vesentlige endringer i skipstrafikkvolum, og en videre inndeling der farledens geometri endres i vesentlig grad.

Inndelingen av seilassen kan sees i Figur 6.1. Alle segmentene har lik trafikkmengde, men ulik geometri og vanskegrad.



Figur 6.1 Inndeling av farleden etter geometri (skipsvolum er likt for alle segmentene)

I det etterfølgende presenteres vurderinger og modellresultater først for kollisjoner; møtende, kryssende samt oljeutslipp som følge av kollisjoner. Deretter presenteres tilsvarende for grunnstøt med sine underkategorier. Mer detaljerte resultater kan finnes i vedlegg A. En oppsummering av hovedresultater er gitt i kapittel 10.

6.1 Kollisjoner

Grunnlaget for å modellere kollisjoner ligger først og fremst i å beregne antall møtesituasjoner. Som i vegtrafikken representerer hvert møte en faresituasjon, dette er velkjent også på sjøen. Et godt hjelpemiddel når det gjelder kryssende kollisjoner er ARPA-radar, som simulerer farlige møter fremover i tid. Midlere antall kryssinger over en viss tid kan beregnes teoretisk. Det forutsettes i slike beregninger at ett eller begge skip beveger seg tilfeldig langs kurslinjen, med en midlere passeringstid av krysningspunktet. Dette er ikke tilfellet med ferger der begge har gitte avgangs- og ankomsttider.

Kollisjoner er delt inn i to deler; kryssende og møtende kollisjoner. En mer detaljert beskrivelse av modellen for beregning av kollisjoner finnes i Vedlegg A.

6.1.1 Risikoreduksjon ved tiltak

Trafikkbildet i de to farledene er preget av oversiktlig trafikk gjennom en kanal med få muligheter for møting.

Planlagte tiltak i innseilingen til Leirpollen som påvirker kollisjonsrisikoen vil i første være en økning av minste bredde med sikker dybde i leden. Dette vil ha risikoreduserende effekt i kollisjonsmodellen. Ny merkeplan antas å ikke påvirke sannsynligheten for kollisjoner. Den indirekte effekten av farledsutbedringen, større og færre skip til Elkem Tana, vil medføre en redusert risiko for møtesituasjoner.

6.1.2 Kryssende kollisjoner

Kryssende kollisjoner kan forekomme der to leder krysser hverandre. Det er ingen kryssende møtesituasjoner i analyseområdet, og risikobidraget fra kryssende kollisjoner er dermed neglisjerbart.

6.1.3 Møtende kollisjoner

Møtende kollisjoner kan oppstå når motgående skip møtes. Skip til Elkem Tana har uregelmessige anløp og kan komme alle dager i uka. Enkelte uker med 5-6 anløp og andre uker uten anløp. Over året er det omtrent 180 anløp, med et snitt på 3,5 anløp hver uke. Det er ikke lagt opp til møtende trafikk i kanalen, og nordgående trafikk gis fortrinnsrett, Ref. 15. Det er per i dag bare to operatører, Wilson Shipping og Strand Shipping, med begrenset antall forskjellige fartøy som seiler til Leirpollen, noe som kan videre forenkle kommunikasjon fartøyene imellom. Det er derfor mindre aktuelt med kollisjonsproblematikk i leden dersom prosedyrer og praksis overholdes.

Wilson Shipping opplyser at møtesituasjoner med annen nyttetraffikk forekommer svært sjeldent, og at slike situasjoner håndteres vha. VHF, samt eventuelt gjennom los. Småbåter og små fiskefartøy svarer imidlertid ikke alltid på VHF, og seiler ikke unna før horn og håndsignaler benyttes.

For å ivareta scenarioet at menneskelige feil likevel fører til en møtesituasjon er det lagt inn at en navigatør på nyttefartøy ikke overholder prosedyrer 1 av 10 seilaser. Dette anses som en konservativ antagelse. Som en forenkling av problemstillingen antas det videre at navigatør på begge fartøy som potensielt møtes må overse prosedyrer for at man kan få en potensiell møtesituasjon. Dette gir da at grunnlaget for kollisjonsberegningene er hver 100. møtesituasjon mellom nyttetraffikk som trafikkgrunnlaget og geometrien ellers ville generert. Småbåter, fiskefartøy og andre servicefartøy

antas å ikke følge prosedyrer rundt halvparten av seilasene⁶. Dette er ansett som en svært konservativ antagelse. Isolert sett vil det da være større sannsynlighet for møtesituasjon mellom ett nyttefartøy og en småbåt enn mellom to nyttefartøy. Ettersom andelen nyttefartøy langt overstiger småbåttrafikken kan imidlertid estimerte ulykkesfrekvenser være høyere for nyttetraffic enn småbåttraffic.

Effekten av tiltak i Leirpollen er kvantifisert ved å sammenholde frekvensen for at en ulykke skjer i farleden, før og etter tiltak. Man ser da på det samlede risikonivået i området før tiltak, estimerer hva endringene vil ha å si for risikonivået og trafikkbildet, for deretter å estimere et risikonivå i en ettersituasjon. Dersom beregningene viser at frekvensen etter tiltak er høyere samlet sett enn før tiltak vil det si at risikoen for at en ulykke vil inntreffe er større etter gjennomførte tiltak.

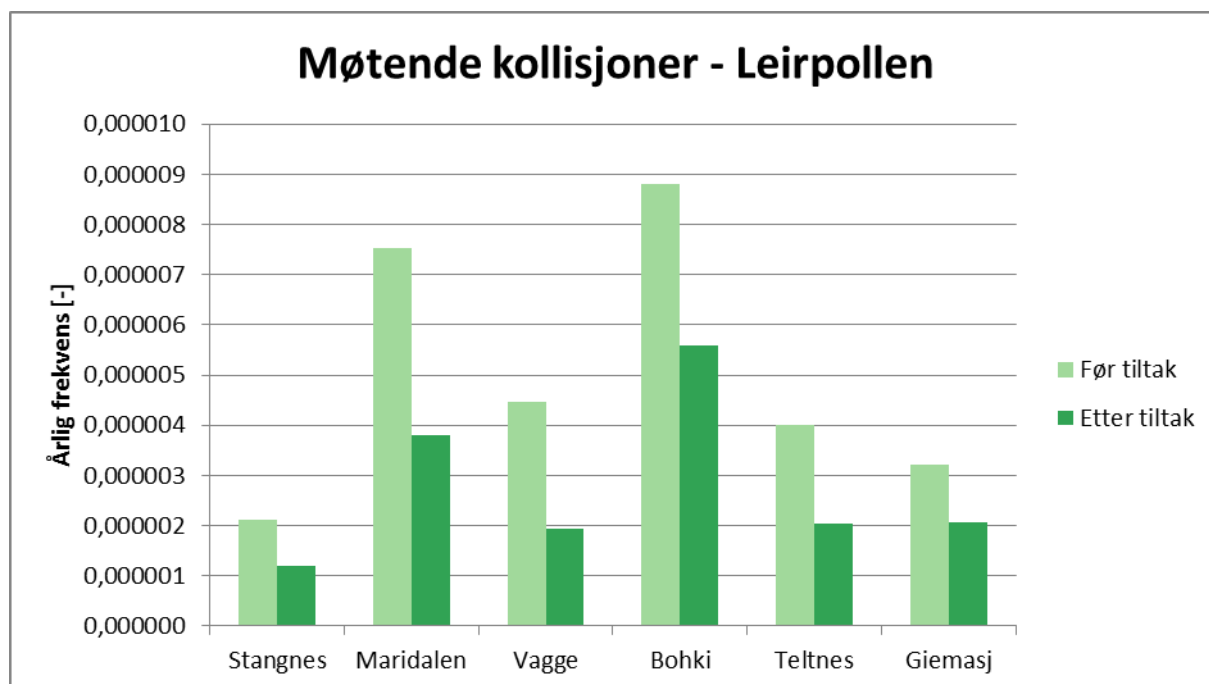
I modellen er det benyttet trafikkdata fra AIS for å få et best mulig bilde av trafikken som legges til grunn i vurderingene. Det er i tillegg lagt inn muligheter for å korrigere basisverdiene i modellen.

For kollisjon innebærer ethvert potensielt møte med andre skip, i led eller ved kryssing av led, at skip kan kollidere og betegnes derfor som en «faresituasjon». Korreksjonsverdier er benyttet for å best modellere risikoen for menneskelige feil og fysiske forutsetninger. Eksempelvis vil skip som fører farlig last ha los om bord, og vil dermed ha en lavere sannsynlighet for menneskelige feil.

Et eksempel på korreksjon for fysiske forutsetninger er at man ved en kollisjon ikke vil penetrere skutesiden dersom treffvinkelen er for lav, men heller «skli» langs skutesiden uten å penetrere.

Det er meget viktig å merke seg at i begrepet «Tiltak» ligger både de fysiske endringer av leden og den indirekte endringen av skipstrafikken tiltaket muliggjør. Kollisjonsfrekvensen for møtende kollisjoner for de seks segmentene av farleden til Leirpollen før og etter tiltak er vist Figur 6.2.

⁶ Dette kan være en ikke-konservativ antagelse, da det vil finnes situasjoner der bare en av navigatørene trenger å gjøre feil for at en møtesituasjon oppstår. Dette vil være mest aktuelt for møtesituasjoner mellom nyttefartøy og fiskefartøy/småbåter. Det er imidlertid sannsynlig at flertallet fiskefartøy som Wilson nevner, og som bedriver fiske, møtes før Stangnes og analyseområdet. Resultatene fra kollisjonsmodelleringen trekkes da igjen i konservativ retning, som mer enn oppveier den ikke-konservative antagelsen beskrevet her.



Figur 6.2 Møtende kollisjonsfrekvenser for Leirpollen - Før og etter tiltak

Som Figur 6.2 viser, vil farledstiltak gi en redusert risiko for møtende kollisjoner i Leirpollen grunnet fysiske endringer i farleden samt indirekte gjennom endret trafikkmengde.

Returperioden for kollisjoner summert for alle farledssegmentene er en hvert 33,000 år før tiltak og en hvert 60,000 år etter tiltak. Kollisjonsfrekvensen er meget lav, og er for praktiske formål å regne som neglisjerbar.

6.1.4 Oljeutslipp etter kollisjoner

En kollisjon vil kunne forårsake et oljeutslipp dersom skroget på skipet som treffes penetreres. Konsekvensene ved kollisjoner i form av akutt utslipp av bunkersolje og lastolje er avhengig av de involverte fartøyenes størrelse og hastighet (som bestemmer deres bevegelsesenergi), treffvinkel og om skipet blir truffet, eller treffer et annet skip. Det er bare tankskip som treffes i siden som kan gi utslipp av lastolje. Ettersom det ikke er tankskip som trafikkerer området antas det ingen utslipp av lastolje.

De fleste skip fører bunkersolje i tanker nær maskinrom, oftest i akterskipet (en mer detaljert beskrivelse kan finnes under grunnstøt i kapittel 6.2.7). Ifra Ref. 10 er det vurdert at det er lav sannsynlighet for å treffe sidetanker som ligger akter, ved maskinrommet, i en kollisjon basert på statistikk for kollisjonsskadeomfang⁷. Bunntanker ligger mer beskyttet til ved en kollisjon, litt avhengig av bulb, trim og dyptgående på skipet som treffer. Det er derfor antatt at ingen kollisjoner gir utslipp av bunkersolje.

På bakgrunn av dette anses risikoen for oljeutslipp som følge av kollisjoner som neglisjerbar.

⁷ Fartøyene i statistikken ble i over 90 % av hendelsene truffet i de fremste 80 % av skipet. Kilde: Alexandrov (1979).

6.2 Grunnstøtinger

Grunnstøting oppstår stort sett ved at skip kommer ut av leden av ulike årsaker. Dette går frem av ulykkesstatistikken fra Sjøfartsdirektoratet, Ref. 31.

Beregningene bygger på en teoretisk modell av midlere antall grunnstøtinger per år som beskrevet i rapporten, basert på trafikken i henhold til AIS-data.

Følgende tilfeller er modellert:

- Kursendringer foretas ikke, eller utføres feil (for stor eller for liten svingradius⁸, tørn startes på feil tidspunkt).
- Kursen endres utilsiktet av ytre påvirkninger som vind, strøm eller feil i rorsystemet uten at det blir registrert av navigatøren.
- Navigatøren feiler ved ikke å ta tilstrekkelig hensyn til dyptgående («farlig kurs»), skipet grunnstøter. Dette er særlig relevant ved møting i led.
- Tap av motorkraft fører til at skipet grunnstøter.

Parameterne som inngår i modellen er relatert til farvannet det seiles i, menneskelige faktorer og antall skip. Kompleksiteten av trafikkbildet vil spille inn på risikoen. Skip som fører farlig last har krav til los ombord, og vil generelt ha redusert risiko for grunnstøt. Restriksjoner kan redusere risikoen for noen typer ulykker. En mer detaljert beskrivelse av modellen for beregning av grunnstøt kan sees i Vedlegg A.

Drivende grunnstøting kan enten skyldes maskinhavari eller ikke registrert avdrift for skip til anker. Maskinhavari kan skje i alle leder og har ført til meget alvorlige hendelser i ytre norsk kystfarvann. Skip som driver inn og treffer land langs norskekysten vil bli utsatt for dønninger og skipet kan brytes opp i løpet av kort tid. Leirpollen ligger imidlertid relativt rolig til, slik at risikoen for at et grunnstøtt skip brytes opp grunnet dønninger anses som neglisjerbar.

6.2.1 Risikoreduksjon ved tiltak

Planlagte tiltak i innseilingen til Leirpollen vil i første rekke bidra til å bedre framkommeligheten og den generelle sikkerheten i leden. Endringer i merkeplan vil påvirke både sannsynlighet og konsekvens ved grunnstøt i leden for de tilfellene der navigatøren drar nytte av merkingen. Merkingen gjennom det utvidede leden vil bli vurdert av Kystverket, som har ansvaret for leden. I tillegg til farledsutbedringene vil redusert trafikkmengde indirekte gi en risikoreduserende effekt.

Den prosjekterte utbedringen av Leirpollen er planlagt i forhold til bredde, dybde, merkesystem, fartøystyper og – fartøystørrelser i henhold til Kystverkets Farledsnorm. Oppdatert merkeplan for Leirpollen inkluderer både fjerning av anlegg etter utdyping, oppføring av nye anlegg og nye overetter. Generelle retningslinjer for merking er gitt av IALA i Ref. 16, mens detaljerte retningslinjer er gitt i Ref. 17. Ettersom merkeplan ikke foreligger er dette ikke hensyntatt i analysen.

6.2.2 Grunnstøting som følge av manglende/feilaktig kursendring

Denne kategorien grunnstøting har sin årsak i at skipet er på «farlig kurs», som betyr at grunnstøting vil bli resultatet dersom en gjennomfører en kursendring:

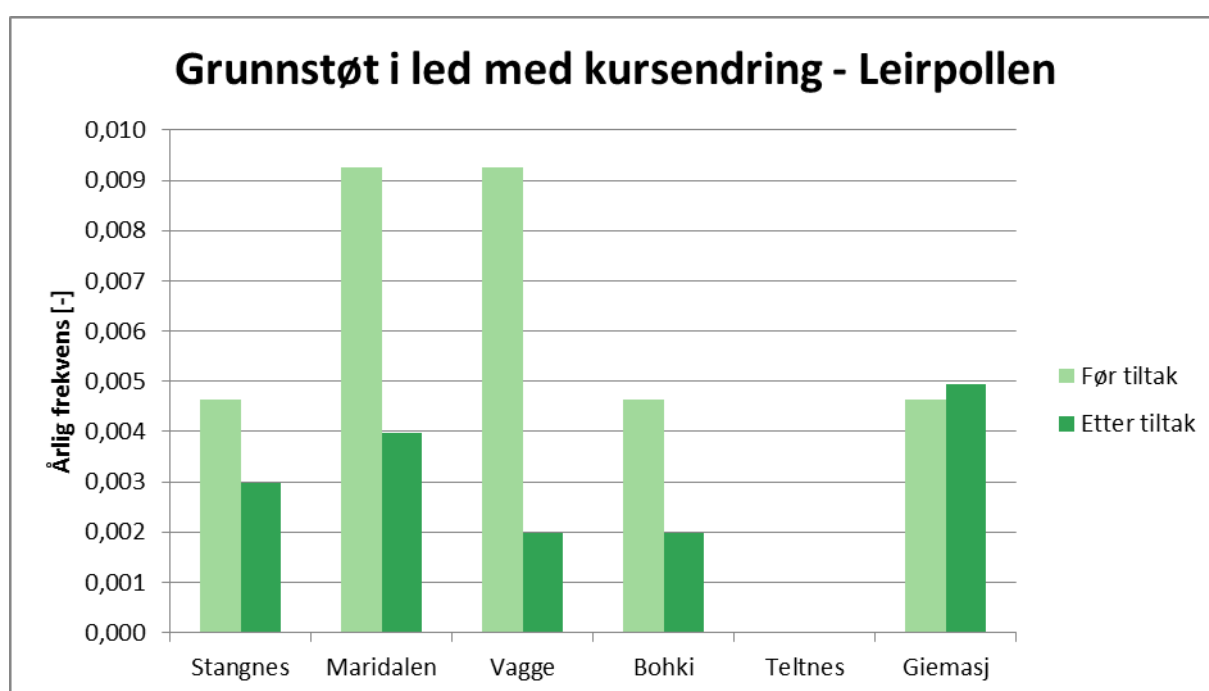
- Utføres for sent/tidlig

⁸ Valgt svingradius bestemmes av skipets hastighet og valgt rorutslag, dypgang, dybde under kjølen, samt avdrift grunnet strøm og vind. Svingradius og «ror over»-punkt skal alltid planlegges.

- Ikke utføres i det hele tatt
- Utføres feil

Feilaktige eller manglende kursendringer eller manglende hensyn til dyptgående er bare aktuelt der farvannet tilsier det. For Leirpollen vil kursendringer være relevant stort sett i hele farleden. Der man har flere kursendringer raskt etter hverandre vil det imidlertid være mer sannsynlig å gjøre etterfølgende kursendringer korrekt. Har man en lang rekke med kursendringer kan imidlertid sannsynligheten for feil øke igjen, selv om dette ikke kommer til anvendelse for dette området. For Leirpollen er det benyttet en lik risikoreduksjon for alle kursendringene som må gjøres, da det er svært kort tid mellom hver inngripen som navigatøren må gjøre.

Endring i merkeplan vil påvirke denne kategorien grunnstøt. Det beregnede risikonivået for grunnstøting ved kursendringsfeil, for Leirpollen før og etter tiltak er vist i Figur 6.3.



Figur 6.3 Sannsynlighet for grunnstøt i led med kursendring – Leirpollen før og etter tiltak.

Sannsynligheten for grunnstøting ved kursendringsfeil i Leirpollen trekkes i positiv retning på grunn av at tiltaket medfører færre kursendringer i deler av leden etter tiltak, samt at endringer i merkeplan gjør seilasen tryggere. Merk at sannsynligheten for en grunnstøting går marginalt opp i siste del av innseilingen (etter Teltnes), på tross av færre anløp, grunnet antatt fjerning av lykt. I den delen av leden som er navngitt «Teltnes» er det ingen navigasjonsinngripener, derav ingen bidrag til grunnstøtingsfrekvens for dette segmentet. Effekten av tiltaket totalt sett er positivt med hensyn på sannsynlighet for grunnstøt med feilaktige eller manglende kursendringer som årsak.

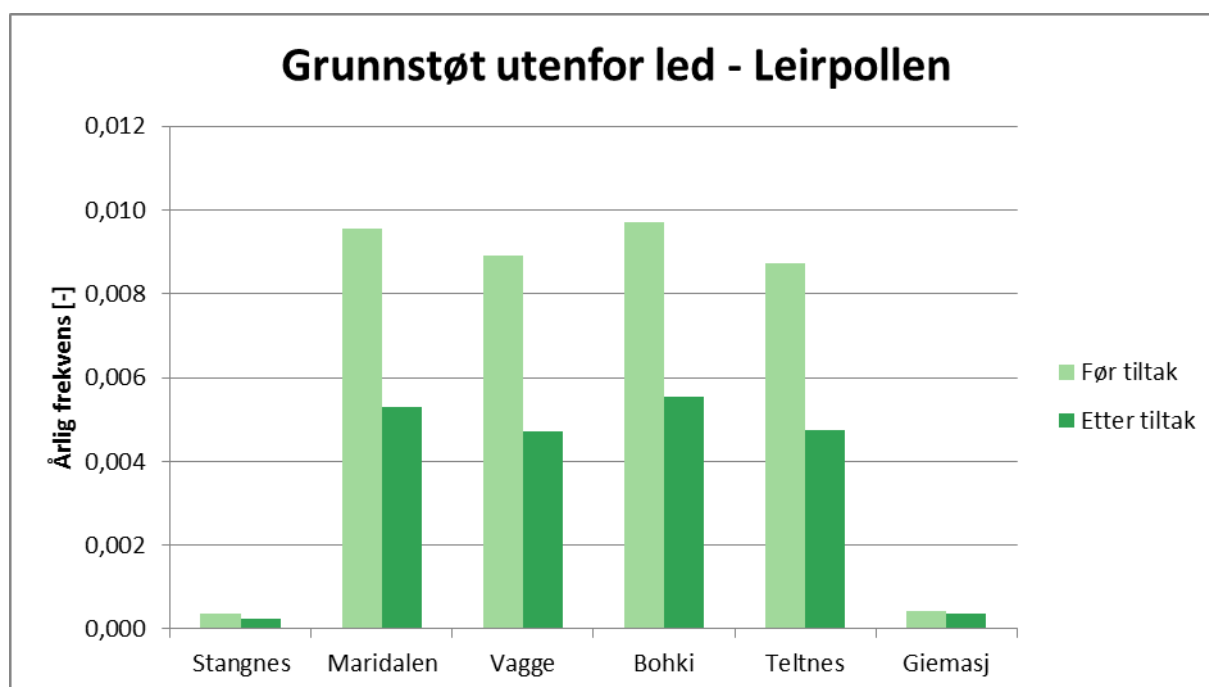
Effekten av tiltak i analyseområdet, målt etter sannsynlighet for grunnstøt som følge av mangelfull/feilaktig kursendring er videre diskutert i kapittel 6.2.6.

6.2.3 Grunnstøting utenfor led

Denne type grunnstøting skyldes at skipet ikke følger den planlagte kurslinjen på grunn av påvirkning fra vind, strøm og bølger, og at dette ikke oppdages i tide. Utsiktede kursendringer grunnet ytre påvirkninger som ikke oppdages vil være gjeldende gjennom hele farleden.

Merking kan gi navigatøren bedre oversikt over farvannet og dermed tidligere varsel om at noe er galt, og dermed bedre reaksjonstid for å rette opp for ytre feil. Enhver feil har en viss mulighet for «egenkorrigering» før det faktisk skjer noe galt, og denne sannsynligheten blir bedre med bedre merking/flere holdepunkter. Samtidig brukes ikke merking i leden aktivt i et slikt scenario. Det er derfor vurdert at endringer i merkeplan, med tilhørende faktorer, vil delvis påvirke sannsynligheten for denne typen grunnstøtinger. Halvparten av krediteringen beskrevet i kapittel 5 er derfor implementert for denne typen grunnstøtinger.

Det beregnede sannsynligheten for grunnstøt utenfor led i Leirpollen før og etter tiltak er vist i Figur 6.4



Figur 6.4 Sannsynlighet for grunnstøt utenfor led – Leirpollen før og etter tiltak.

Som Figur 6.4 viser, vil effekten av tiltaket være størst der leden er smalest, og marginal der leden er bred. Sannsynligheten for grunnstøting på grunn av utilsiktede ytre påvirkninger som ikke oppdages er beregnet å være lavere etter tiltak.

Effekten av tiltak i analyseområdet, målt etter sannsynlighet for grunnstøting utenfor led, er vist i kapittel 6.2.6.

6.2.4 Grunnstøting i rett led

Grunnstøting i led kan skje der relativt⁹ grunne områder stikker ut i leden eller at det finnes grunner i leden. Grunnstøting er da mulig for skip som stikker for dypt i forhold til vannstanden.

⁹ I forhold til skipets dyptgående når man tar squat, sjøgang, trim og krenkning i betraktning.

For å identifisere relevante grunner i leden må det utøves skjønn. Et nes som stikker noe ut i fjorden vil ikke i utgangspunktet være relevant som en grunne i leden. Det er vurdert å modellere en bred grunne på tvers av leden ved Vagge, der det vil gjøres mudringstiltak. Utdyping gjør forholdene vesentlig bedre ift grunnstøtinger av denne typen, der også god sidemerking gjør det enklere å vite at man ligger i "kanalen". Etter tiltak faller grunnen bort i modellen.

Dybden ved Vagge er i kartdata oppgitt å være -5,9m (sjøkartnull), som er grunnere enn oppgitt maksimal faktisk dypgang på 70 % av passeringene. Det foreligger imidlertid prosedyrer for å begrense dypgang med lastbegrensninger, samt tidsavgrensninger ift strøm og tidevann. AIS-data og kartdata gir derfor ikke et korrekt bilde av sannsynligheten for et grunnstøt. Dersom prosedyrene følges skal det normalt ikke skje grunnstøt på grunn manglende dypgang. Det vil imidlertid alltid være en restsannsynlighet for at prosedyrer ikke følges. En konservativ antagelse er at 10 % av anløpene ikke følger prosedyrene, der bare utseilingen er relevant ift dyptgående. Antagelsen benyttet i modellen er da at hver 20.passering er aktuell for grunnstøtinger av denne typen.

Det beregnede sannsynligheten for grunnstøt i rett led for Leirpollen før og etter tiltak er vist i Figur 6.5.



Figur 6.5 Grunnstøt med skip i led i Leirpollen - før og etter tiltak.

Som Figur 6.5 viser, vil tiltak i leden medføre et bortfall av ulykkesbidraget fra denne typen grunnstøtinger etter at de fysiske tiltakene er gjennomført. Økt eller redusert trafikkvolum i leden etter tiltak spiller da ingen rolle for denne typen grunnstøtinger. Bidraget til grunnstøtingsfrekvens er beskjedent, i tillegg til at konsekvensen av en grunnstøting ved Vagge er begrenset grunnet sandgrunn i området.

Samlet virkning av tiltak og trafikkoverføring, målt etter sannsynlighet for grunnstøt utenfor led, er vist i kapittel 6.2.6.

6.2.5 Drivende grunnstøting

Maskinhavari kan skje i alle leder og har ført til meget alvorlige hendelser i norsk kystfarvann. Skip som driver inn og treffer land langs norskekysten vil bli utsatt for dønninger og skipet kan brytes opp i løpet av kort tid. I analyseområdet er sjøgangen alltid moderat da området ligger relativt skjermet for dønninger, samt at strøklengden til vinden er for kort til å sette opp mye sjø.

Et skip som mister motorkraft i en av ledene står i fare for å drive på grunn etter relativt kort tid dersom ikke man får motor i gang igjen eller ankrer opp. Sannsynligheten for motorhavari vil variere alt etter maskinerisystem, der skip med to eller flere separate maskinerisystem (DP2/DP3) vil ha markant mindre sannsynlighet for motorhavari. Eksempelvis vil brann i maskinrom ikke føre til tap av all motorkraft. Samtidig vil det normalt være noen fellesfeil, eksempelvis kan kjølevannssystemet være felles. Doble maskinerisystem er typiske for supplyskip, Hurtigruten og lignende, men sjeldnere på vanlige handelsskip.

Et drivende fartøy av skipsstørrelse som finnes i analyseområdet vil normalt ikke ha nok kinetisk energi til å brette opp ved grunnstøt grunnet lav drivende hastighet, og bare områder av farledene der dønninger kan forekomme er derfor vurdert med tanke på beregning av sannsynlighet for drivende grunnstøting. Bidrag fra drivende grunnstøtinger er derfor ikke beregnet videre for dette analyseområdet.

6.2.6 Grunnstøting samlet

Risikoen for grunnstøting i analyseområdet samlet vil være summen av frekvensen for de fire grunnstøtingskategoriene, som presentert i de foregående delkapitlene. Tabell 6.1 viser at det i Leirpollen vil være en samlet sannsynlighet for grunnstøting i analyseområdet før tiltak på omtrent 0,07 grunnstøtinger per år¹⁰. Grunnstøtingsfrekvensen i Leirpollen er det dominerende bidraget til den totale grunnstøtingsfrekvensen før tiltak i området på ca. 0,04 grunnstøtinger per år.

Tabell 6.1 Samlet frekvens for grunnstøt i analyseområdet, før og etter tiltak

Grunnstøtinger	Før tiltak	Etter tiltak	Differanse [%]
Grunnstøting utenfor led	0,0377	0,0209	-45 %
Grunnstøting i led med kursendring	0,0324	0,0158	-51 %
Grunnstøting med skip i led	0,0004	-	-100 %
Drivende grunnstøting	-	-	-
Totalt	0,0705	0,0367	-48 %

Som Tabell 6.1 viser er det estimert en reduksjon i sannsynlighet for grunnstøting på 48 % etter tiltak. Den største bidragsyteren er grunnstøting utenfor led før tiltak, og er fremdeles den største bidragsyteren etter tiltak. Tiltaket gir enklere navigering i innseilingen gjennom kanalen, som slår positivt ut i modellen. I tillegg vil økt bredde, fjerning av grunne, færre navigasjonsinngripener og færre skipsanløp også bidra til en redusert sannsynlighet for grunnstøting etter tiltak.

Modellen gir frekvenser som er relativt høye, dersom man sammenligner med at det historiske antall grunnstøtinger i området er null. Dette er videre diskutert i kapittel 8.

¹⁰ Metodisk sett kan et skip bare ha en (alvorlig) ulykkeshendelse pr. år, men virkningen av å la samme skip bli eksponert flere ganger har neglisjerbar effekt.

6.2.7 Bunkersutslipp ved grunnstøting

Ved grunnstøting er det relevant å se på utslipp av bunkersolje ettersom bunkerstankene kan bli skadet ved en grunnstøting. Enkelte skip fører også bunkersolje i bunn tanker i lasteromsområdet. Mengden av bunkersolje er relatert til skipets motorstørrelse, fart og fartsområde.

Størrelsen på bunkersutslipp ved grunnstøt er delt inn basert på størrelsesintervaller for skip som er typiske for analyseområdet. Størrelsen på oljeutslipp etter grunnstøting baseres på typisk dimensjon for skip som trafikkerer området, med størrelseskategorier etter hvilke av disse skipene som er mest fremtredende. Tabell 6.2 viser karakteristikken for representative skip i forskjellige størrelsesintervaller som i dag seiler inn til Leirpollen.

Tabell 6.2 Eksempelfartøy som seiler inn til Leirpollen

Navn	Skipstype	Lengde [m]	Bunkers-kapasitet totalt [tonn]	Antall bunkers-tanker	Antatt utslippsmengde [tonn]
NY-GLIMT	Fiskefartøy	13	Ca. 3	2	Ca. 1
Wilson Bremen	Stykkgodsskip	88	Ca. 170	2	Ca. 85
Wilson Narvik	Stykkgodsskip	123	Ca. 475	4	Ca. 240

Der tankkapasitet er oppgitt i er det antatt en midlere tetthet på 900 kg/m³ (Marine Diesel Oil) for å fremskaffe tankkapasiteter i tonn drivstoff.

Utslippsmengde inndeles etter utslippsintervaller i henhold til skipenes lengde, der bunkerskapasitet kobles mot relevant eksempelskip. Størrelsesinndelingen for fartøy er 0-50m, 50-100m og over 100m, med tilhørende utslippsintervall på 0-5 tonn, 5-100 tonn og 100-300 tonn. Eksempelvis vil et skip mellom 50 og 100 meter langt som får revet opp bunn eller side etter en grunnstøting medføre et estimert utslipp i størrelsesorden 5-100 tonn, med antatt 85 tonn som representativ mengde. Dette gjelder for alle typer grunnstøtinger og skipstyper.

Det foreligger IMO-regelverk som krever dobbel sikring av bunkerstanker, men gjelder for skip bygd etter 2010 og for tanker som rommer over 600m³ bunkers. Dette kommer ikke til anvendelse for de fleste skipene i analyseområdet selv om flere skip nok etterlever dette, og for risikoanalysen hensyntas dette konservativt ikke.

Bunkerstanker er normalt plassert nærmere maskinrom av logistiske årsaker, og dermed plassert mer akterover enn jevnt fordelt over lengden på de fleste skip. I Ref. 10. presenteres sannsynlig skadeområde basert på statistikk for grunnstøtinger¹¹, der det fremkommer at stort sett de fleste skrogskader forekommer oftest ifra litt aktenfor midtskips og fremover¹², som stemmer godt overens med forventet hendelsesforløp for skip i fart som grunnstøter. Dette impliserer en redusert sannsynlighet for å skade skuteside med bunkerstanker innenfor ved grunnstøting. Det er ikke gjennomført en videre detaljert studie av hendelsesforløp, bunnforhold og fysikken, men det er rimelig å anta at bare deler av bunkerskapasiteten vil forventes tapt til sjø ved et grunnstøt i 8-10 knop (øvre grense i analyseområdet). For analysen antas det konservativt at omtrent halvparten av bunkerskapasiteten ombord lekkes til sjø etter grunnstøting.

¹¹ Statistikk fra 171 grunnstøtinger fra 1960-69 i det baltiske området. Kilde: Kostilainen (1971) samt Kostilainen og Hyvärinen (1976).

¹² 80 % av skrogskader skjer på den 60 % fremste delen av skipet.

I Ref. 18 og Ref. 10 beskrives det at bare deler av grunnstøtingene forventes å føre til penetrering av skrog og utslipp av bunkersolje. I Ref. 18 er imidlertid fartøy under 5000 BT utelatt fra vurderingene, og det anslås at mellom 26 % og 35 % av grunnstøtinger for tankskip fører til utslipp. I forhold til grunnstøt og bunkersutslipp er tankskip også representative for andre typer frakteskip. En vurdering av statistikk over grunnstøtingshendelser¹³, gjennomført av prof. Svein Kristiansen, indikerer imidlertid at omtrent 10 % av hendelsene resulterte i bunkersutslipp. Sistnevnte anslag benyttes for dette analyseområdet. Resterende nullutslipp gir materielle skader på skip og evt. sjømerker/anlegg, som ikke er like omfattende som for grunnstøtinger med utslipp.

Ikke alle drivstofftyper er like forurensende. Eksempelvis vil bensin eller diesel (samt MGO, MDO osv.), som lekker ut, spre seg raskt på overflaten og fordampe etter relativt kort tid. Tungolje (HFO) har en seig konsistens som forsinker nedbrytning, og vil resultere i tilgrising og skade på dyre- og fuglelivet i området. Den største miljøfaren ved utslipp av bunkersolje anses å være IFO 380. Tyngre oljer, som HFO og IFO, benyttes på store skip (gjerne lengre seilaser), men ofte i kombinasjon med lettere diesellojer som MGO eller MDO i kystnære farvann.

I analysen skilles det ikke på drivstofftyper ved presentering av sannsynlighet for utslipp. Man kan imidlertid anta at skip med HFO og IFO ikke benyttes for aktuelle fartøy i analyseområdet.

Tabell 6.3 viser frekvensen for grunnstøtinger i Leirpollen som medfører utslipp av bunkersolje, fordelt etter utslippets størrelse.

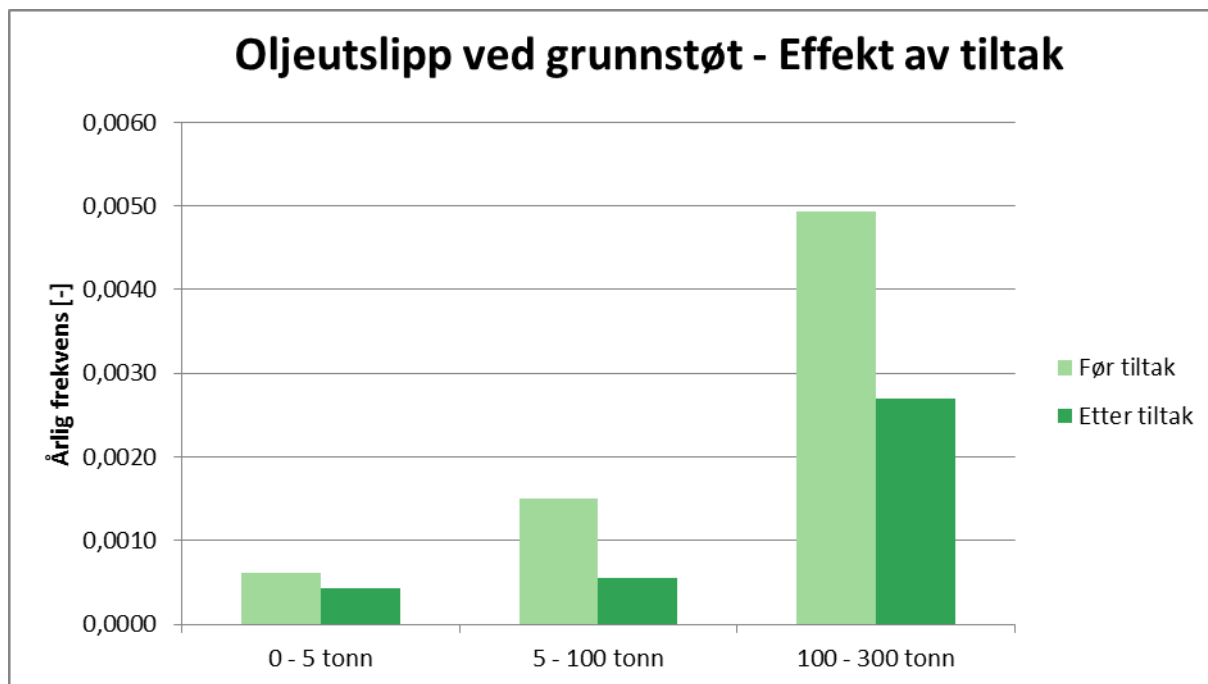
Tabell 6.3 Frekvens for totalt utslipp av bunkers i Leirpollen som følge av grunnstøt, før og etter tiltak

Oljeutslippsintervall	0-5 tonn	5-100 tonn	100-300 tonn
Representativ utslippsmengde	1 tonn	85 tonn	240 tonn
Før tiltak	0,0006	0,0015	0,0049
Etter tiltak	0,0004	0,0006	0,0027
Differanse	-31 %	-63 %	-45 %

Som Tabell 6.3 viser vil det bli en reduksjon i frekvens for både mindre, men spesielt noe større bunkersutslipp i analyseområdet etter tiltak. Den største reduksjonen er i mellomstørrelsen av skip og går på bekostning av reduksjon i utslippsfrekvens de større skipene. Dette skyldes dreiningen mot større fartøy som Elkem skisserer.

Figur 6.6 viser sammenstillingen mellom utslipp før og etter tiltak grafisk.

¹³ Av 59 grunnstøtinger medførte 6 av hendelsene bunkersutslipp.



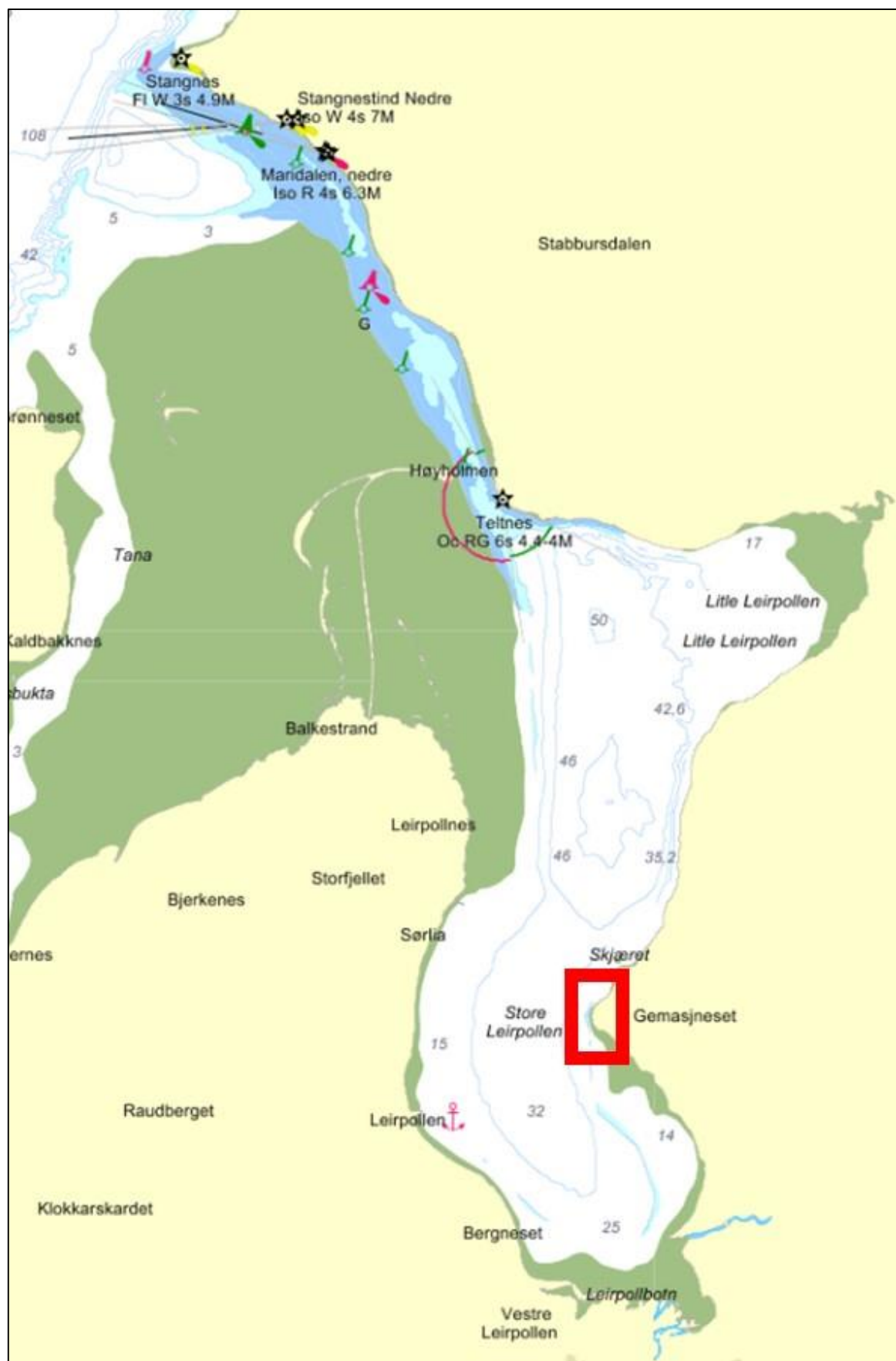
Figur 6.6 Frekvens for oljeutslipp som følge av grunnstøt i analyseområdet, før og etter tiltak

7 SKADE PÅ SÅRBARE RESSURSER I FJORDEN

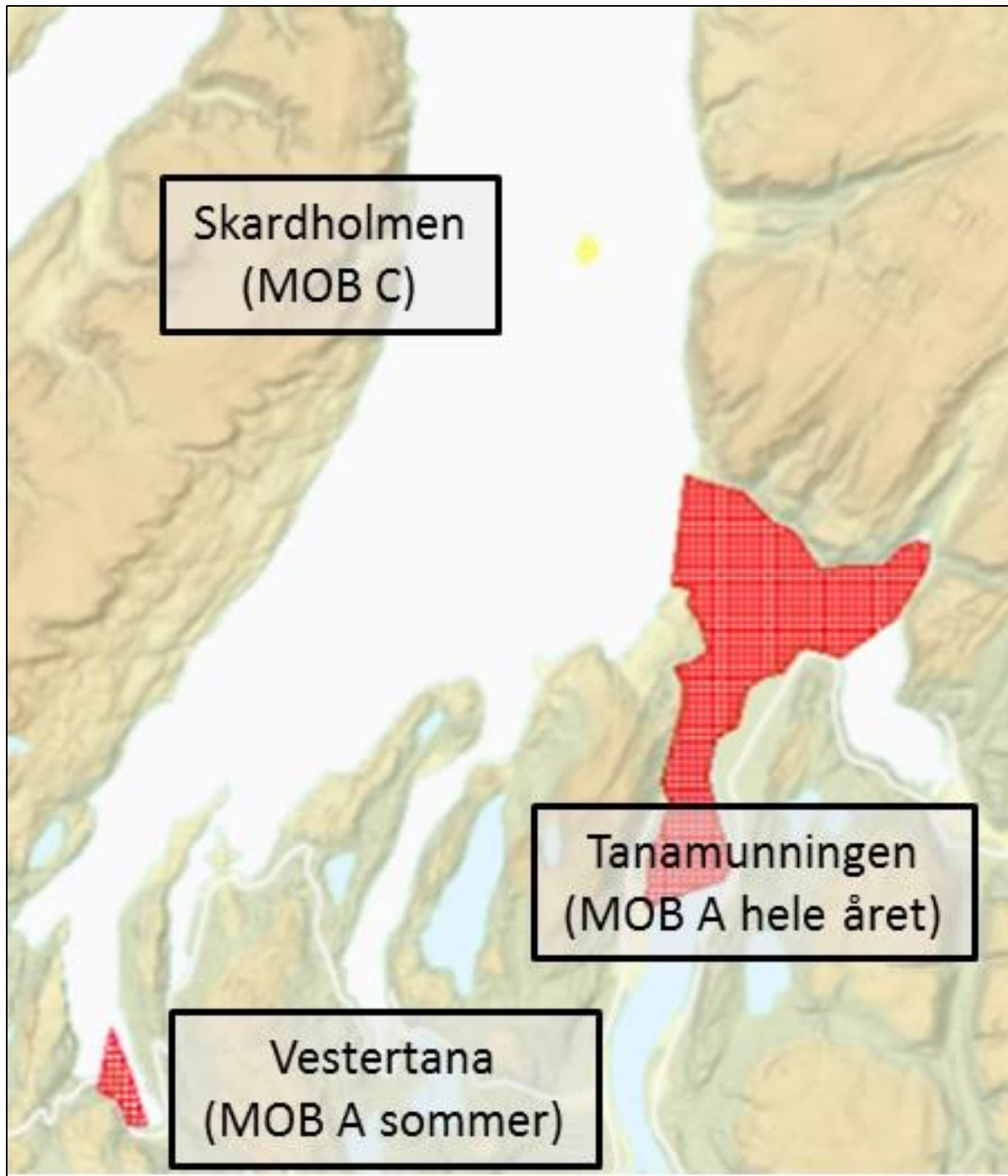
7.1 Sårbare naturressurser

Figur 7.1 viser studieområdet og den smale leden inn til kvartsittbruddet i Leirpollen hvor havna til kvartsittbruddet er markert med rødt rektangel. Figur 7.2 viser MOB-områder (modell for miljøprioriteringer) som ligger i nærheten av de aktuelle ledene (Ref. 19). MOB-områdene er inndelt i A-, B- og C-ressurser, og angir områder som er prioriterte for beskyttelse ved en beredskapssituasjon. MOB A, B og C har ulik grad av prioritering, hvor A betyr at området skal prioriteres høyest ved en akutt forurensningssituasjon.

I den indre delen av Tanafjorden ligger Tanamunningen naturreservat og to andre MOB-klassifiserte områder, se Figur 7.2. Vestertana naturreservat, som ligger omtrent 24 km sørvest for innseilingen til Leirpollen, er MOB A-klassifisert sommerstid siden det der forekommer særegen havstrandvegetasjon i tillegg til å være rasteplass for ender og vadere. Skardholmen (Molvikskjær), som ligger omtrent 14 km nordvest for innseilingen til Leirpollen, er MOB C-klassifisert om sommeren (Ref. 19). Imidlertid er dette området også oppgitt å være sårbart for oljeforurensning vinterstid, siden det er en kasteplass for havert (Ref. 20).



Figur 7.1 Kart over Leirpollen. Rødt rektangel markerer havneområdet til kvartsittbruddet.



Figur 7.2 MOB-områder (modell for miljøprioriteringer) som ligger i nærheten av Leirpollen.

Ved munningen av Leirpollen ligger Tanamunningen naturreservat, et område som totalt er 34.1 km² stort. Dette deltaområdet er klassifisert som MOB A hele året på grunn av at det er et viktig raste- og oppholdsområde for våtmarksfugl, i tillegg til å ha store og varierte strandenger og elvestrand- og sanddynevegetasjon (Ref. 21). Mer enn 60 arter av vadere, gjess, måker og lom er registrerte i området, inkludert artene havelle, sjørørre, ærfugl, praktærfugl, siland, sædgås, tundragås, dverggås, ringgås og hvitkinngås. I tillegg finnes det en fast stamme av steinkobbe i Tanamunningen naturreservat. Tanamunningen naturreservat er opprettet for å bevare et viktig våtmarksområde. Ved hver flom transporteres store mengder sedimenter ut i deltaet, og elvas arbeid skaper endringer i

sideløp og sandbanker fra år til år. Elveløpet og sandbankene er derfor i stadige forandringer. Lite er kjent om bunnfaunaen i området rundt Leirpollen, men man kan anta at artene her er godt tilpasset vedvarende sedimentering.

7.2 Andre sårbare ressurser

Tanaelva er Europas viktigste lakseelv. Laksesmolt (ung fisk av laks) vandrer ut fra klekke- og oppvekstområdet i Tanavassdraget på våren. Generelt foregår utvandringen fra isgangen og frem til og med juni måned. Laksesmoltene vandrer da utover fjordsystemet og inn i Barentshavet hvor den blir i flere år før den vandrer tilbake til elva for å gyte (reprodusere). Voksen fisk vandrer inn til og opp i elva på sommerhalvåret. Den første laksen kommer tilbake første halvdel av mai og de siste fiskene går vanligvis på elva helt ut i september. Laksen i disse elvene og fjordene skal forvaltes slik at naturens mangfold og produktivitet bevares, og faktorer som truer laksen skal identifiseres og fjernes. Dette betyr at mudring av innseilingen til Leirpollen bør unngås i perioder når det er laks i området.

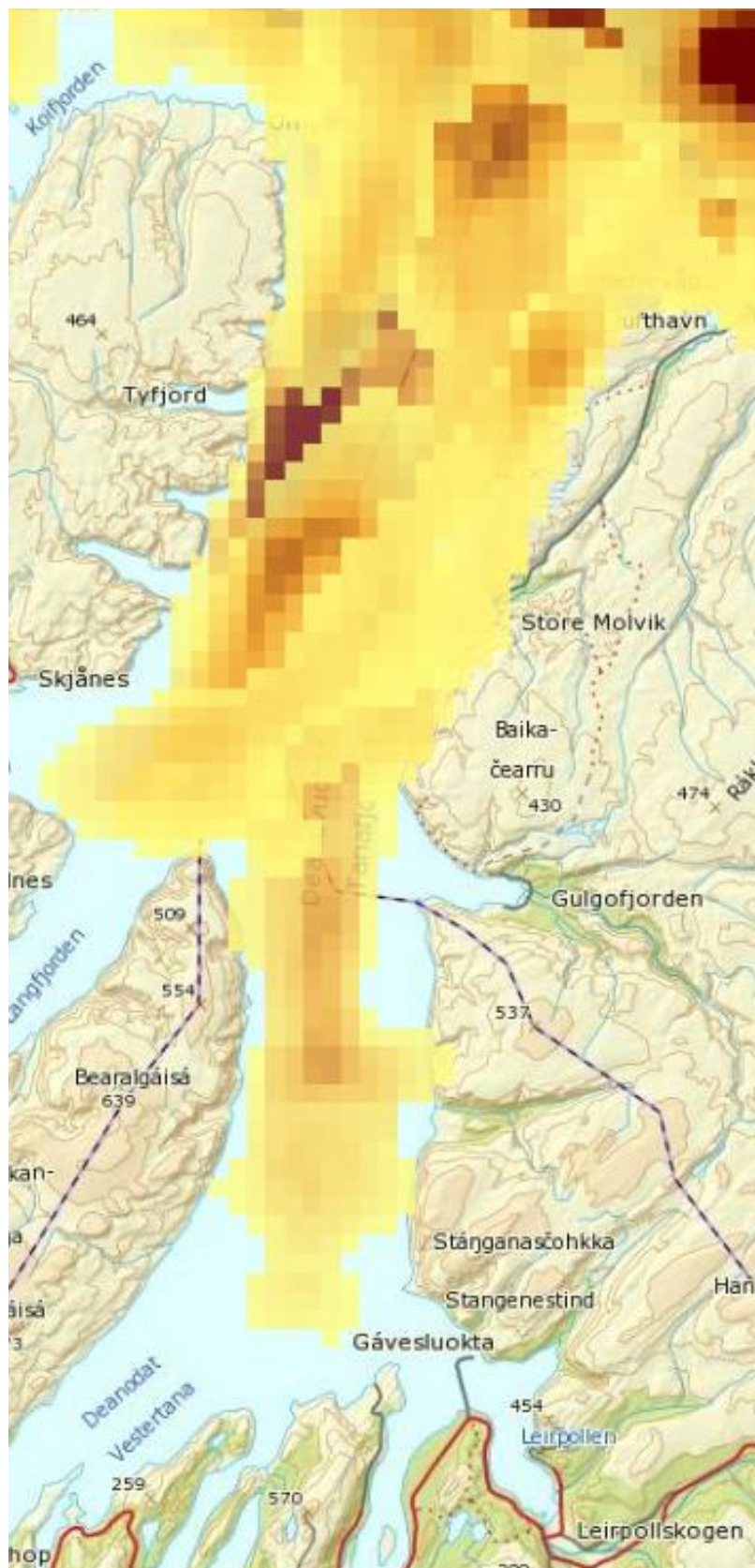
I Tanafjorden er det også store forekomster av sjørørret, sjørøye og sil (tobis) (Ref. 22 og 23). Sjørørret og sjørøye finnes i området sommerstid, og fiskesesongen for sjørørretfiske i Tanamunningen varer fra 15. juli til 31. august. Sjørørret og sjørøye vandrer også ut fra vassdragene om våren og går tilbake til elva på sommeren og høsten. Perioden som sjørørret og sjørøye befinner seg i Tanafjorden og i Tanadeltaet overlapper derfor med laksen sitt nærvær i området.

Sil er en liten (<18 cm) fiskeart som kan leve på eller nedgravd i bunn, men også i stimer i vannsøylen. Sil er en viktig byttedyrart for laks og ørret. Munk og Nielsen (Ref. 24) oppgir at silen gyter i perioden november til februar, mens Fiskeridirektoratet (Ref. 25) oppgir at "tobis og annen sil" gyter her i perioden mai-juni. Eggene legges på bunn, mens larvene er pelagiske¹⁴.

Tanafjorden regnes som gyteområde for rødspette i perioden mars-april, torsk i perioden februar-juni og rognkjeks i perioden mai-juli. Det finnes også kongekrabbe i Tanafjorden. Det er ikke oppgitt noen gyteområder inne i selve Leirpollen.

I hele Nord-Norge drives det kystfiske fra små båter. Dette kystfisket er ikke like godt registrert som fiske fra større båter (Figur 7.3), men vi antar at det drives fiske i store deler av Tanafjorden.

¹⁴ Pelagisk vil si at nevnte organisme lever i de frie vannmasser, ikke på bunnen.



Figur 7.3 Springsdata for alle norske fiskefartøy på 15 meter eller større som driver fiske (fart 1-5 kn) for hele året 2012 (Ref. 25)

7.3 Beredskap mot akutt forurensning

På bakgrunn av at det er en skipsled som skal mudres, og at det vil være behov for fartøy i forbindelse med mudringen, har vi inkludert noe informasjon om konsekvenser av oljeforurensning i dette notatet.

Forurensningsloven pålegger virksomheter som har en aktivitet som kan medføre akutt forurensning å ha en beredskap; «Den som driver virksomhet som kan medføre akutt forurensning skal sørge for en nødvendig beredskap for å hindre, oppdage, stanse, fjerne og begrense virkningen av forurensningen. Beredskapen skal stå i et rimelig forhold til sannsynligheten for akutt forurensning og omfanget av skadene og ulempene som kan inntreffe.» § 40 (beredskapsplikten), forurensningsloven (Ref. 26).

Kommunal beredskap skal ivaretas av interkommunale utvalg for akutt forurensning (IUA). Den interkommunale beredskapen er dimensjonert for å håndtere mindre tilfeller av akutt forurensning som ikke dekkes av privat beredskap. Landets kommuner er organisert i 34 beredskapsregioner/IUA, hvor brannvesenet er dominerende aktør både med hensyn til ledelse og bemanning.

Ansvar for statlig beredskap er lagt til Kystverket. Kystverket skal sørge for beredskap mot større tilfeller av akutt forurensning som ikke er dekket av kommunal eller privat beredskap. I hovedsak dreier dette seg om innsats mot oljeutslipp fra skip og skipsvrak. Kystverket skal kunne overta en aksjon helt eller delvis dersom den private eller kommunale beredskapen ikke strekker til. I slike tilfeller vil aktørene arbeide sammen for å bekjempe utslippet under ledelse av Kystverket.

7.4 Drift av olje på sjø

Olje er lettere enn vann og flyter på overflaten. Derfor vil olje fra et skipsuhell føres med vind og overflatestrøm. Oljeflakets størrelse vil avhenge av mengde olje som slippes ut og dens viskositet og tyngde. Marin diesel og lettere oljekomponenter danner svært tynne filmer på overflaten som sprer seg hurtig. De lettere komponentene fordamper raskt, men hvis det er bølger vil en større andel blandes ned i vannmassene (dispergere). Bunkersolje og andre tyngre petroleumsprodukter vil danne tykkere oljefilm på overflaten og vil alltid være et tema for beredskapsinnsats med avgrensning og oppsamling.

Tidevannsforskjellen i området rundt Leirpollen er stor og varierer normalt mellom en drøy meter og drøyt tre meter (Ref. 27). I perioder vil derfor sterke tidevannsstrømmer kunne forventes. Data for vindforhold ved Tana bru er vist i Figur 7.4. Ved Tana bru blåser vinden i hovedsak fra sørøst, altså i omtrent samme retning som Tanavassdraget. Midlere vindhastighet ved Tana Bru er 3.1 m/s (beregnet på grunnlag av alle met.no sine vindobservasjoner fra Tana bru i 2015). Gitt den korte avstanden mellom skipsleia og land kan man forvente at olje fra et eventuelt utslipp ved Leirpollen vil treffe land i løpet av kort tid. Akvaplan-niva har utviklet en strømmodell for Finnmark (Ref. 28). Denne modellen tilsier at det generelt er svak strøm inne i Leirpollen, mens det går en noe sterkere overflatestrøm utover i området rundt den smale innseilingsleia, se Figur 7.5 og Figur 7.6.

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- >20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

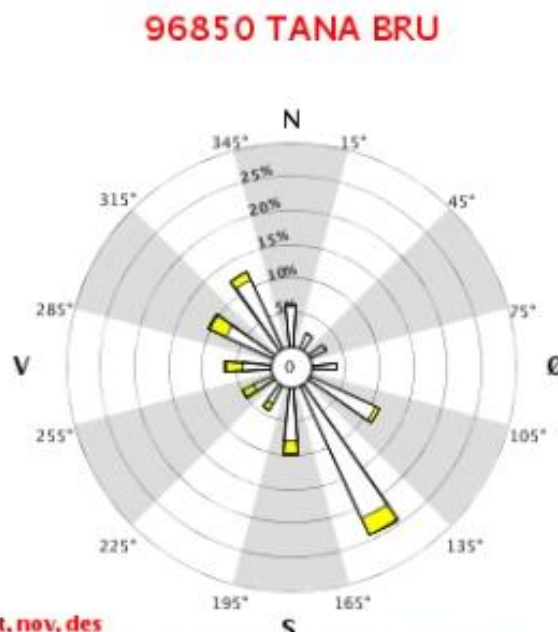
Stille (%)



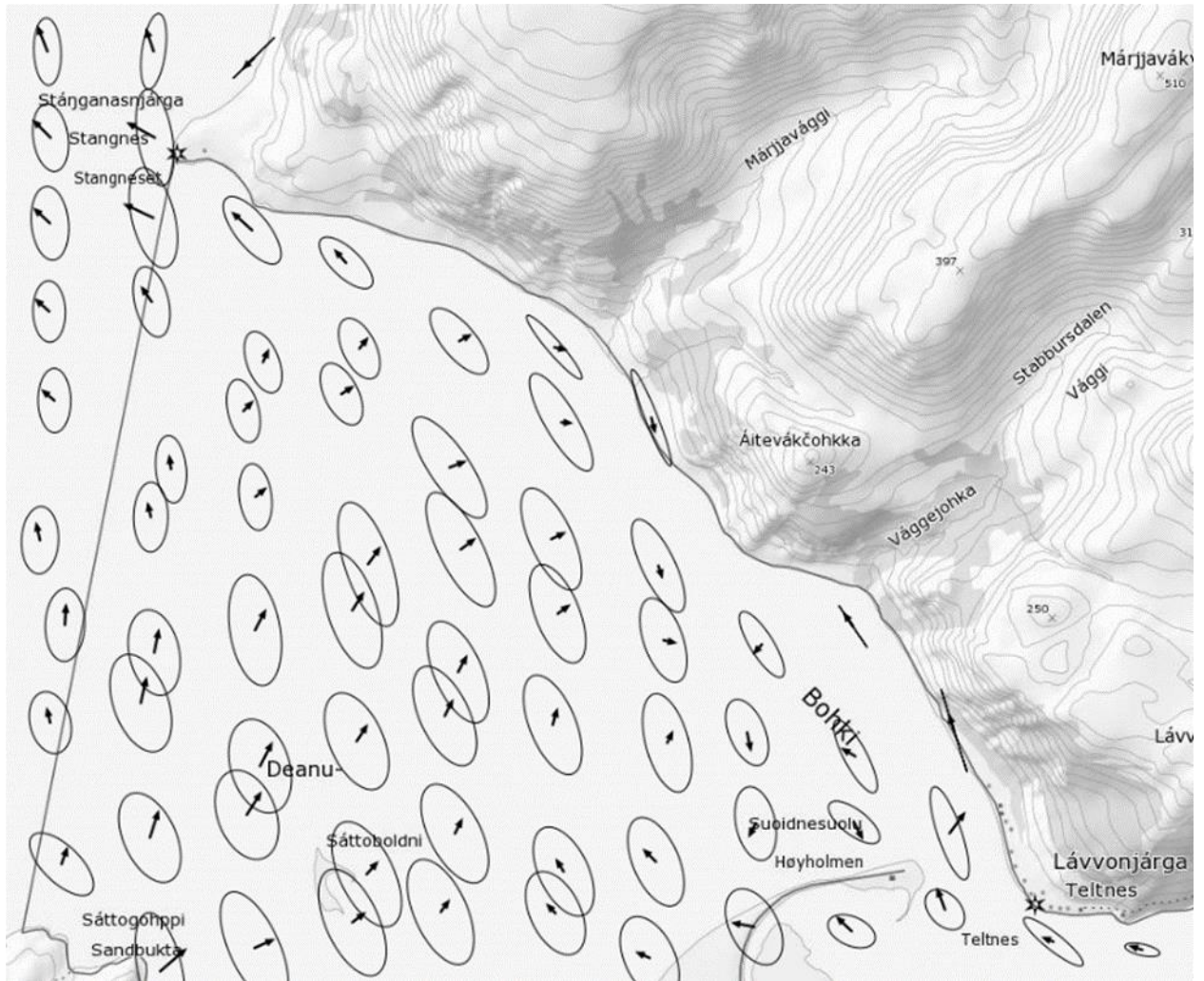
År: 2015 - 2015

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

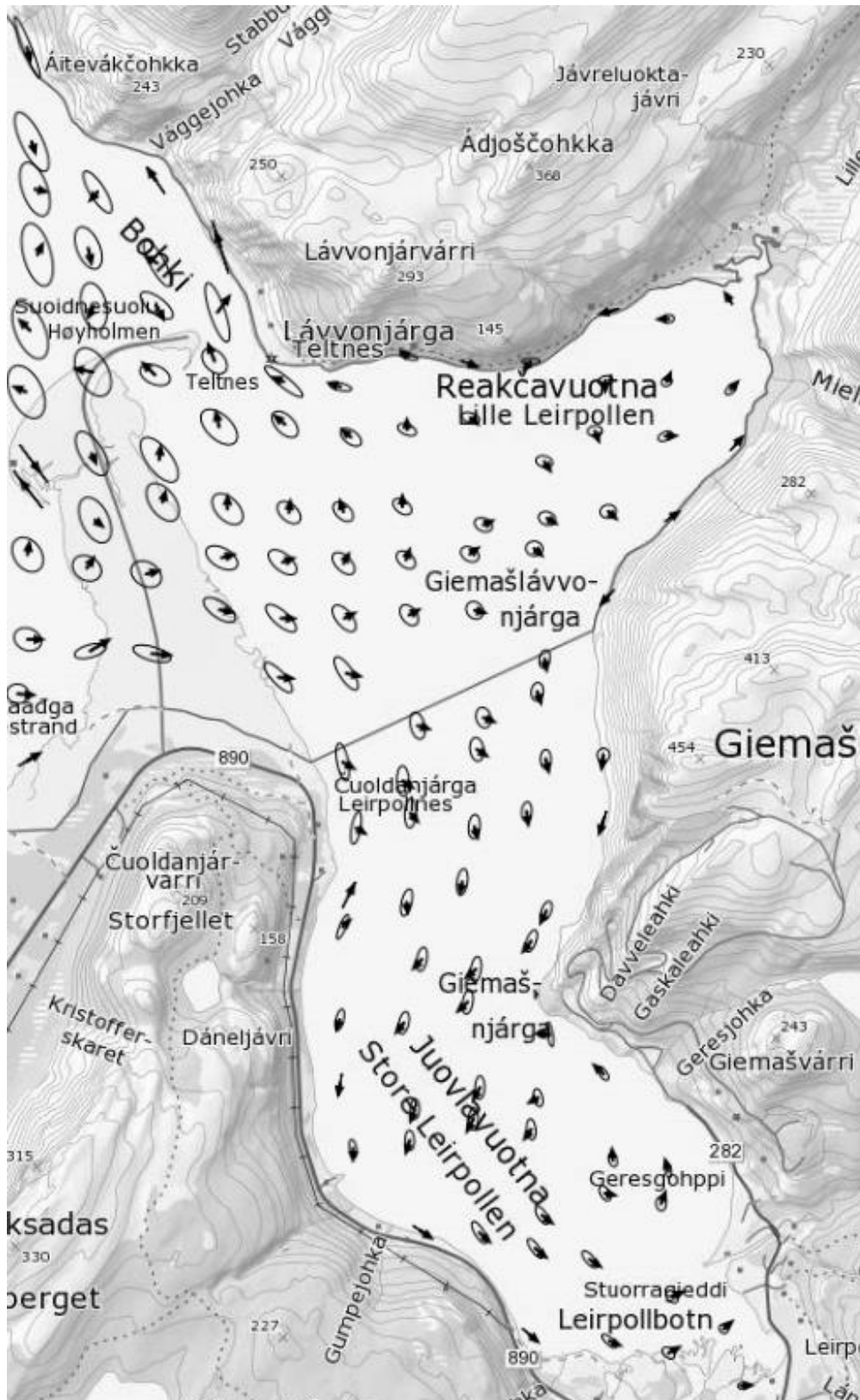
Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)



Figur 7.4 Vindrose for Tana bru for hele 2015, (Ref. 29).



Figur 7.5 Gjennomsnittlig overflatestrøm ved den ytre del av innseilingen til Leirpollen, basert på Akvaplan-niva sin strømmodell for Finnmark (Ref. 28)



Figur 7.6 Gjennomsnittlig overflatestrøm ved Leirpollen basert på Akvaplan-niva sin strømmmodell for Finnmark, (Ref. 28)

Kystverket har i tillegg gjort tilgjengelig strømmålinger fra 2015 for Stangnes og i den smale korridoren, Ref. 30.

8 HISTORISKE ULYKKESDATA I OMRÅDET

Det er ingen registrerte grunnstøtinger eller kollisjoner i analyseområdet i tiden 1981-2015, Ref. 31. Dette er verifisert med Wilson Shipping, Ref. 7, som ikke har noen registrerte hendelser, grunnberøringer eller ulykker i innseilingen til Leirpollen. Wilson Shipping er den operatøren som har stått for størstedelen av skipning fra Elkem Tane med båter over 5 000 tonn de siste 15-20 årene.

8.1 Diskusjon av ulykkesstatistikk

Ulykkesstatistikken i Ref. 31 er tidligere funnet å være noe unøyaktig med hensyn på plassering av grunnstøt og kollisjoner.

Det er sannsynlig at databasen med ulykkesstatistikk er utsatt for underrapportering, og dermed mulig også får analyseområdet. En masteroppgave utført i 2010 ved Institutt for Marin Teknikk ved NTNU, Ref. 32, vurderer Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase med hensyn til mulig underrapportering og konkluderer med at kun mellom 38 % og 65 % av alle rapporteringspliktige ulykker faktisk blir registrert i Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase. Studien har kun sett på nasjonal statistikk. Det er heller ikke gjort noen videre undersøkelser av hvilken ulykkestype og alvorlighetsgrad underrapporteringen består av. Det kan likevel antas at underrapporterte ulykker har lav alvorlighetsgrad. De historiske ulykkesdataene har en god sammenheng med beregnede resultater fra modellen.

9 USIKKERHET

For lettere å synliggjøre usikkerheten i resultatene fra beregningene for grunnstøting og kollisjon er diskusjonen under delt opp i følgende fire deler: geometriske forhold, trafikkmønster og skipsinformasjon, faktorer for menneskelige feil og trafikkflytting.

9.1 Geometriske forhold

Resultatene påvirkes av rene geometriske forhold ved leden (bredde, lengde og dybde), og skipenes plassering i leden. Data er skaffet av Kystverket. Usikkerheten er ubetydelig.

9.2 Trafikkmønster og skipsinformasjon

Antall skip i ledene og informasjon som deres type, størrelse og dyptgående inngår også i modellene som er brukt. Informasjonen er funnet ved Safetec's analyse av AIS-data mottatt fra Kystverket. Fra sommeren 2010 er alle fiskefartøy over 15 meter pålagt å ha AIS, og det vil derfor bare være noen mindre fiskefartøy som ikke har, eller ikke bruker AIS og som derfor ikke vises i AIS-dataene. Der nødvendig informasjon enten var uriktig eller mangelfull er det gjort manuelle oppdateringer i AIS-dataene basert på informasjon fra internasjonale skipsregistre. For skip som ikke har AIS er antall og skipsinformasjon basert på informasjon fra kvalitative kilder som yrkesfiskere, offshorerederi og cruiserederi. Siden dekningen i AIS-dataene er god i analyseområdet ligger usikkerheten hovedsakelig i antall og informasjon for skip som ikke vises i AIS-dataene, den er vurdert til å være ubetydelig.

Det er knyttet noe usikkerhet til bruk av 12 mnd AIS-data som følge av naturlige svingninger i markedssituasjon, og dermed skipstrafikk. Ettersom datagrunnlaget er sammenlignet opp imot anløpsstatistikk for 2013 og 2014 er denne usikkerheten noe redusert.

9.3 Faktorer for menneskelige feil

I modellene brukes faktorer som gir verdier for hva som vil skje dersom navigatøren taper kontrollen over fartøyet grunnet menneskelige forhold. For både kollisjon og grunnstøting multipliseres de «farlige» kursene med en faktor for tap av kontroll. Faktorene er basert på litteratur over forhold på global basis. Denne faktoren er usikker, men en størrelsesorden er vanskelig å angi da det ikke er gjort noe forskning på området i Norge i de senere år.

Resultatet for grunnstøting kan selvsagt endres i modellen ved å endre den menneskelige faktoren. Dette er ikke gjort fordi analyseområdet ikke er forskjellig fra farvann som den menneskelige faktoren er basert på.

Imidlertid benyttes samme faktor før og etter tiltak, slik at analysen av om tiltakene har positiv eller negativ effekt under ellers like forutsetninger ikke inneholder slike avvik.

9.4 Trafikkendring

Det er forventet at farledstiltakene i Leirpollen indirekte vil medføre en dreining mot større fartøy og færre anløp etter tiltak. Antall skip som endres påvirker risikoen.

En slik trafikkendring skjer ikke over natten, men krever en lengre tilvenningsperiode. Hvor lang tid er usikkert. Endringen antas å hovedsakelig skje først når de fysiske tiltakene er gjennomført. Det er generelt knyttet noe usikkerhet til hvor mange anløp som vil reduseres etter tiltak. Ettersom det er

Elkem selv som står for dette estimatet, som har de beste forutsetningene til å gjøre denne konkrete vurderingen, er det med på å øke tilliten til estimatet.

Endringer i trafikkgrunnlag gjenspeiles lineært for grunnstøting (for eksempel gir 10 % økning i antall passeringer 10 % økning). For kollisjoner er utslaget kvadratisk (for eksempel gir 10 % trafikkøkning 21 % flere kollisjoner.)

9.5 Nybygninger

Nybygningstakten for skip i tradisjonell fart er generelt lav. Se imidlertid en spesifikk vurdering av dette i kapittel 9.4.

9.6 Sammenligning med historiske data

For kollisjoner er beregningsmodellen slik at man vet hvordan skipene er plassert i leden (tilnærmet normalfordelt). Det har derfor vært mulig å beregne antall «farlige» kurser ved tap av kontroll med stor grad av nøyaktighet. En kollisjonshendelse er avhengig av et stort antall faktorer. Imidlertid utgjør kollisjoner som nevnt bare en beskjeden del av risikobildet. Menneskelig faktor for feil som dernest kan føre til kollisjoner antas å forekomme en gang per 5000.passering, som er et ofte benyttet estimat. For grunnstøting benytter modellen en faktor som tilsier tap av kontroll ved en av omtrent 30 000 passeringer, basert på erfaring fra tidligere risikovurderinger av farleder.

For grunnstøting bygger modellen i langt større grad på vurdering idet modellen forutsetter at et skip i leden kan få en tilfeldig kurs ved tap av kontroll. Grunnstøting dominerer risikobildet.

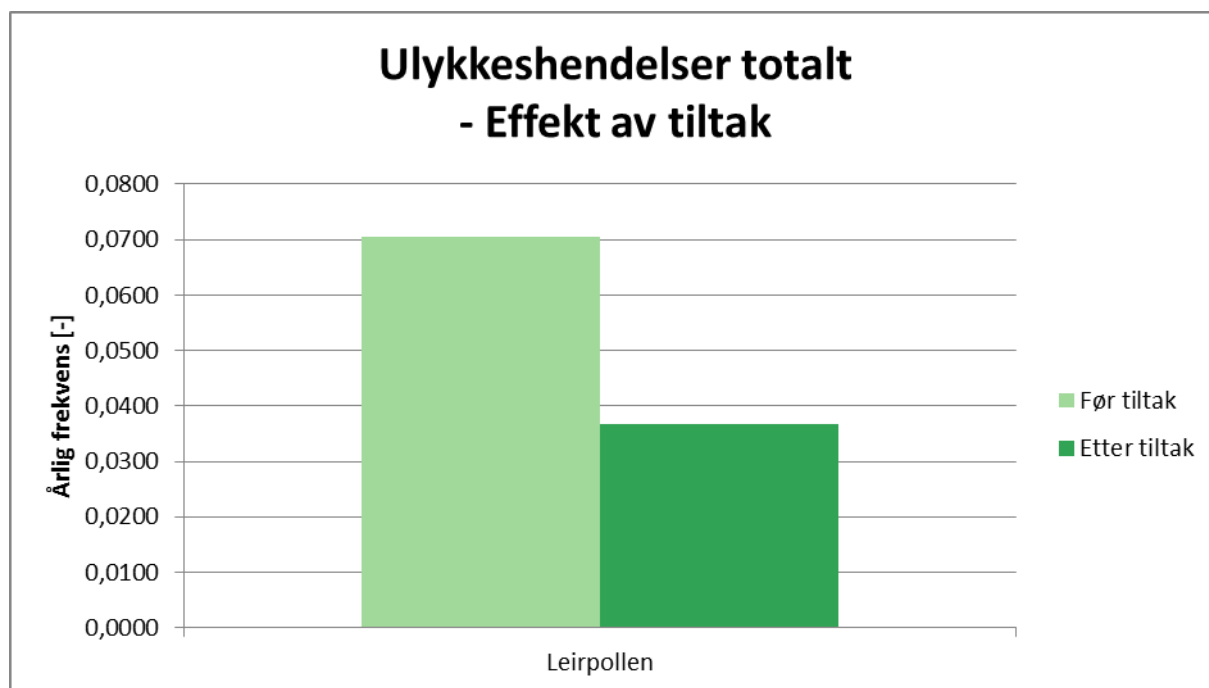
Det er ikke mulig å sammenligne estimerte ulykkesfrekvenser med historiske data, som beskrevet i kapittel 8. Resultatene er imidlertid vurdert opp imot tidligere vurderte farleder av lignende karakter, blant annet seilassen gjennom Grøtøyleia i Steigen kommune, Ref. 4. Den risikovurderte farleden gjennom Grøtøyleia inkluderer et langt stykke sør for det relevante området i Grøtøyleia, og bare den nordlige delen, med lik lengde og beskaftenhet, er vurdert opp imot estimerte ulykkesfrekvenser for Leirpollen. Resultatene viser en forventet sammenheng når man korrejerer for ulik mengde trafikk.

10 HOVEDRESULTATER

Målet med denne risikoanalysen er å vurdere effekten av planlagte farledstiltak i innseilingen til Leirpollen. Farledstiltakene innebærer både utdyping og breddeøkning i «kanalen» inn til Leirpollen, samt endringer i merkeplan. Det er ventet en indirekte reduksjon i antall passeringer som følge av dette, og i analysen er begge forholdene, både det fysiske tiltaket og estimert endring i trafikk innebefattet i begrepet «tiltak».

Det er i analysen sett på risikoen for relevante ulykkeshendelser; kollisjoner (møtende og kryssende) og grunnstøting (i og utenfor led, etter kursendningsfeil samt drivende). Resultatene i hovedrapporten begrenser seg til å vise effekten av tiltaket, mens det i vedlegg A er presentert mer detaljerte resultater. Vedlagt regneark (vedlegg B) inneholder ytterligere detaljeringsgrad. Ulykkesfrekvensene som er fremkommet er videre benyttet til å estimere frekvens og omfang av oljeutslipp.

Analysen viser at risikoen for grunnstøt er tilnærmet den eneste bidragsyteren til ulykkeshendelser i analyseområdet. Den lave sannsynligheten for kollisjoner skyldes at det er få skip per uke, samt at foreligger prosedyrer for å forhindre slike situasjoner.



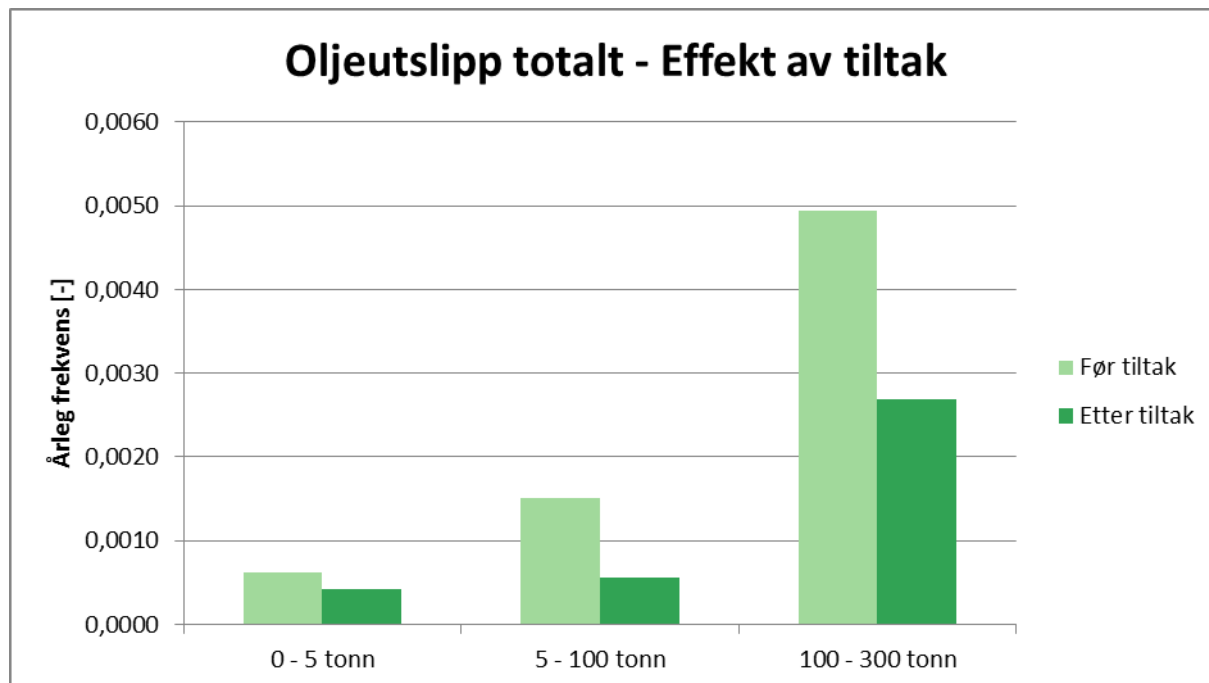
Figur 10.1 Effekt av tiltaket i analyseområdet for alle ulykkeshendelser

Figur 10.1 viser at den totale ulykkesfrekvensen for analyseområdet får en reduksjon etter tiltak dersom man sammenholder dagens situasjon i leden mot et skissert framtidsscenario med gjennomførte fysiske farledstiltak og endret skipstrafikk og merkeplan.

Den planlagte mudringen av innseilingen til Leirpollen vil berøre Tanamunningen naturreservat (MOB-A) og mudring vil også foregå i Tanamunningen naturreservat, som er et viktig område for våtmarksfugl. Dette betyr at spesielle hensyn til naturmiljøet må tas. Tana og Tanafjorden er også et nasjonalt laksevasdrag og laksefjord. I tillegg finnes store bestander av sjørørret, sjørøye, sil og steinkobbe i området. Vurderingene gitt i denne rapporten omhandler ikke regelverket for inngrep i naturområdet. Rapporten har kun som mål å informere om beskyttede naturområder og gi en overordnet vurdering av tidsvindu hvor den biologiske aktiviteten er størst og dermed mest sårbar.

Områdene rundt leirpollen er prioriterte ved beredskapssituasjoner hele året, men med tanke på kjente og viktige arter av våtmarksfugl, laks, sjøørret og sjørøya er det trolig størst skadepotensiale i sommerhalvåret og i perioden november til februar hvor silen gyter.

Figur 10.2 viser frekvens og estimert omfang av oljeutslipp i analyseområdet, før og etter tiltak.



Figur 10.2 Estimert på total mengde oljeutslipp i analyseområdet, før og etter tiltak

Et oljeutslipp vil være forskjellig, avhengig av om ulykken er en kollisjon eller et grunnstøt. En grunnstøting vil kunne rive opp bunnen eller ytterhud på skipet som grunnstøter, noe som kan føre til utslipp av bunkersolje fra bunnstøter hovedsakelig. Størrelsen på utslippene er inndelt i intervaller etter potensial, der skipets størrelse er viktigste input til å bedømme omfanget av et utslipp. For utslippsvolum mindre enn 5 tonn er tiltaket anslått å medføre en reduksjon i utslippsfrekvens på ca. 30 %. For mellomstore utslippsvolumer er det anslått en reduksjon på omtrent 65 % etter tiltak, og for utslippsvolumer større enn dette er det estimert en reduksjon i utslippsfrekvens på rundt 45 % etter tiltak. Ser man på samlet utslippsfrekvens, alle utslippsintervall inkludert, er det estimert å skje en hendelse med oljeutslipp omtrent hvert 270.år etter tiltak. Estimatenes anses å være konservative.

11 REFERANSER

- 1 Safetec Nordic AS, ST-11683-1 (10380) EOR1 Tilbud RA2 Kvantitativ risikoanalyse Leirpollen, 2016-02-26.
- 2 Safetec Nordic AS, ST-04189-2_Risikoanalyse Gåsøyrenna, Rev. 7.0, 2012-05-30.
- 3 Safetec Nordic AS, ST-05314-2_Risikoanalyse innseiling Bergen havn, Rev. 5.0, 2014-12-24
- 4 Safetec Nordic AS, ST-10293-2_Risikoanalyse Grøtøyleia, Rev. 2.0, 2015-06-30
- 5 Safetec Nordic AS, ST-10789-2_Risikoanalyse Innseiling Grenland, Rev. 2.0, 2015-08-27
- 6 Safetec, Innseilingen til Leirpollen i Tana - Kvalitativ risikoanalyse, revisjon 1, 2014-11-30.
- 7 E-postkorrespondanse mellom Rune Martinussen, Elkem Tana AS, og Christian Skogheim Madsen, Safetec, tema: «SV: Spørsmål ifm foreslåtte utbedringstiltak i innseilingen til Leirpollen», 2016-04-05.
- 8 Sjøsikkerhetsavdelingen, Kystverket, *Begrensninger for losoppdrag Leirpollen i Tana*, Rev. 2.0, 2014-07-07
- 9 E-postkorrespondanse mellom Rune Martinussen, Elkem Tana AS, og Arnt Edmund Ofstad, Kystverket, tema: «Laste data Leirpollen 2013, 2014 og estimat», videresendt til Henrik Fjørtoft, Safetec, 2016-02-24.
- 10 Kristiansen, S., *"Risk analysis and safety management of maritime transport"*, Dept. of marine systems design. NTNU 2001.
- 11 Solem, R., "Loss of navigational control from human causes", Report No. 97-3554, Re. 02. DNV 1997.
- 12 Norrington et al., *Modelling the reliability of search and rescue operations with Bayesian Belief Networks*, Reliability Engineering and System Safety, nummer 93, side 940–949, 2008.
- 13 Safetec Nordic AS, ST-11160-1 Operative beslutningsprosesser knyttet til valg av seilingsled, 18.03.2016.
- 14 Kartverket, Tidevanntabeller for den norske kyst med Svalbard, 79. årgang, 2016.
- 15 Safetec Nordic AS, ST-10380-1 Kvalitativ risikoanalyse Leirpollen, 2014-11-30
- 16 IALA Guideline No. 1078 on the use of aids to navigational in the design of fairways. Ed. 1. June 2011.
- 17 IALA Guidelines No. 1033 on the provision of aids to navigation for different classes of vessels, including high speed crafts. Ed. 1. Dec. 2003.
- 18 Skipstrafikk langs norskekysten, analyse av miljørisiko. DNV, 2004-07-05.
- 19 BarentsWatch (2016), <https://www.barentswatch.no/>, april 2016.
- 20 Schanche, S. og Henriksen, G., *Verneinteresser i oljevernberedskapen i Finnmark*. Miljøvernavdelingen Fylkesmannen i Finnmark, Rapport Nr. 4-1992, 1992.
- 21 Miljødirektoratet Naturbase, <http://www.miljodirektoratet.no/no/Tjenester-og-verktoy/Database/Naturbase/>, april 2016.
- 22 Tanavassdragets fiskeforvaltning, www.tanafisk.no, april 2016.
- 23 Godiksen et al., Effects of alternative prey on predation intensity from herring *Clupea harengus* and sandeel *Ammodytes marinus* on capelin *Mallotus villosus* larvae in the Barents Sea, 2006.
- 24 Biofolia (Danmark), Munk, P. og Nielsen, J.G., *Eggs and larvae of North Sea fishes*, 2005.
- 25 Fiskeridirektoratet, Fiskeridirektoratet elektroniske kart (<http://kart.fiskeridir.no/>) og statistikk (<http://www.fiskeridir.no/fiskeridirektoratets-statistikkbank>), april 2016.
- 26 Lovdata, Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven), 01.10.2015.
- 27 Kartverket, <http://sehavniva.no>, april 2016
- 28 Akvaplan-niva, Strømmodell for Finnmark, <http://finnmark.akvaplan.com>, april 2016
- 29 Eklima, Meteorologisk Institutt, <http://www.eklima.no>, april 2016.
- 30 Multiconsult, *Strømrapport med hydrografi, Leirpollen, Tana kommune*, 2015
- 31 Sjøfartsdirektoratets registrerte ulykker i ulykkesdatabase per 2015-06-25.

-
- 32 M. Hassel, *Underreporting of maritime accidents to vessel accident databases*. Diplomoppgave ved Institutt for Marin Teknikk, NTNU, 2010.

Type dokument:
Vedlegg A – Modeller og detaljerte resultater

Rapporttittel:
Risikoanalyse Innseiling Leirpollen

Kunde:
Kystverket

Dokument nr. ST-11683-2				
Forfattere C. S. Madsen, H. Fjørtoft				
<i>Referanse til deler/utdrag av dette dokumentet som kan føre til feiltolkning, er ikke tillatt.</i>				
Rev.	Dato	Grunn for rev.	Utført	Kontrollert
1.0	08.04.2016	Utkast	H. Fjørtoft	M. Hassel
1.0	27.05.2016	Endelig	H. Fjørtoft	M. Hassel

Innhold

1	TRAFIKKMODELLER.....	3
1.1	Modell for fordeling av skip i led.....	3
1.1.1	Normalfordeling av skipstrafikk i led.....	3
1.2	Kollisjonsfrekvens og farledstiltak.....	4
1.2.1	Kollisjonsfrekvens.....	4
1.2.2	Møtende kollisjoner	4
1.2.3	Kryssende kollisjoner.....	6
1.3	Grunnstøtingsfrekvens og farledstiltak.....	7
1.3.1	Grunnstøtingsfrekvens.....	7
1.3.2	Grunnstøting med store skip i led før tiltak	8
1.3.3	Grunnstøting i led med kursendring	9
1.3.4	Grunnstøting utenfor leden	10
1.3.5	Drivende grunnstøting.....	11
2	DETALJERTE RESULTATER.....	13
2.1	Kollisjoner	13
2.1.1	Leirpollen før tiltak	14
2.1.2	Leirpollen etter tiltak.....	15
2.2	Grunnstøting.....	16
2.2.1	Grunnstøting i Leirpollen før tiltak.....	17
2.2.2	Grunnstøting i Leirpollen etter tiltak.....	18
3	REFERANSER	19

1 TRAFIKKMODELLER

1.1 Modell for fordeling av skip i led

For å regne ut effekten av planlagte farledstiltak er det først gjort en analyse av trafikkfordelingen på tvers av Leirpollen og Kalvenløpet. Deretter er det gjort en vurdering av hvordan trafikken vil fordele seg etter at farledstiltakene er gjennomført.

Denne analysen er grunnlaget for utregning av både grunnstøtings- og kollisjonsfrekvensene. Den etterfølgende fremstilling bygger på en tidligere analyse utført av Safetec for Kystverket, Ref. 1.

Først vil forhold som vurderes å påvirke seilassen til skip før og etter gjennomføring av farledstiltak diskuteres.

1.1.1 Normalfordeling av skipstrafikk i led

Safetecs analyse av Kystverkets AIS-data viser skipenes fordeling på tvers av farleder. Fordelingene har klokkeform, og Safetec har funnet at normalfordeling, som er en empirisk fordeling, gjengir den virkelige fordelingen av skip på en tilfredsstillende måte.

Normalfordelingen beskrives slik matematisk:

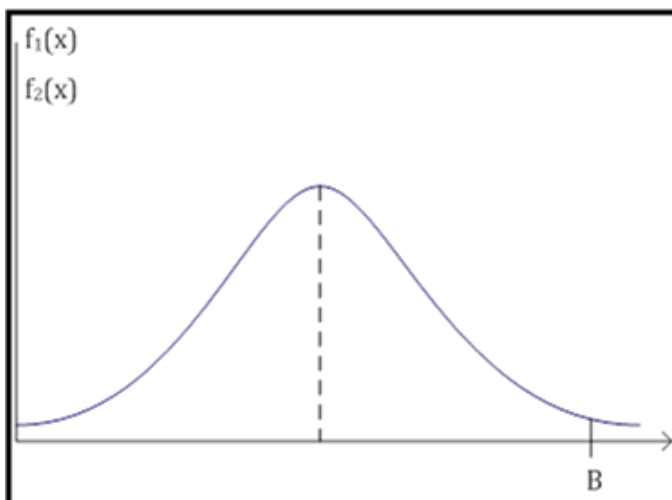
$$f_1(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} e^{-0.5 \left(\frac{x - \frac{W}{2}}{\sigma} \right)^2}$$

Her er:

σ = Spredning (m)

W = Bredde av lei (m)

Trafikken er inndelt i grupper i henhold til fordelingen, og middelerdi og spredning for hver av de ønskede fordelingene er beregnet. En normalfordelt trafikkfordeling er vist i Figur 1.1, der trafikken er beskrevet med $f_1(x)$.



Figur 1.1 Trafikkfordeling når trafikken er sammenfallende i begge retninger i leia

Ettersom AIS-dataen inneholder færre posisjonsmeldinger enn normalt er det ikke mulig å verifisere antagelsen om normalfordeling ved å bruke tverrsnitt over leden.

1.2 Kollisjonsfrekvens og farledstiltak

Safetec benytter to modeller for å modellere endringen i kollisjonsfrekvens før og etter tiltak; en for møtende kollisjoner i led og en for kryssende kollisjoner mellom ruter som krysser hverandre eller sammenføyes. Modellene er beskrevet i det etterfølgende, i kapittel 1.2.1 til kapittel 1.2.3.

1.2.1 Kollisjonsfrekvens

Følgende kollisjonssituasjoner er modellert:

- Begge skip er i leden på motgående kurser («farlig kurs»). Navigatøren på det ene eller det andre skipet feiler (eller begge feiler)
- Ett skip fra en led krysser leden til et annet skip. Navigatøren på det ene eller det andre skipet feiler (eller begge feiler) i å følge vikeplikt.

Modellen for både møtende og kryssende kollisjon er satt sammen slik:

$$F(U) = N1 \cdot N2 \cdot P(K) \cdot P(U | K)$$

Her er:

$F(U)$ = Årlig antall ulykker

$N1$ og $N2$ = Antall passeringer av leden i hver retning pr. år

$P(K)$ = Sannsynligheten for at navigatøren ikke har kontroll

$P(U | K)$ = Sannsynligheten for at to skip er på kollisjonskurs forutsatt at navigatøren på ett av skipene ikke har kontroll

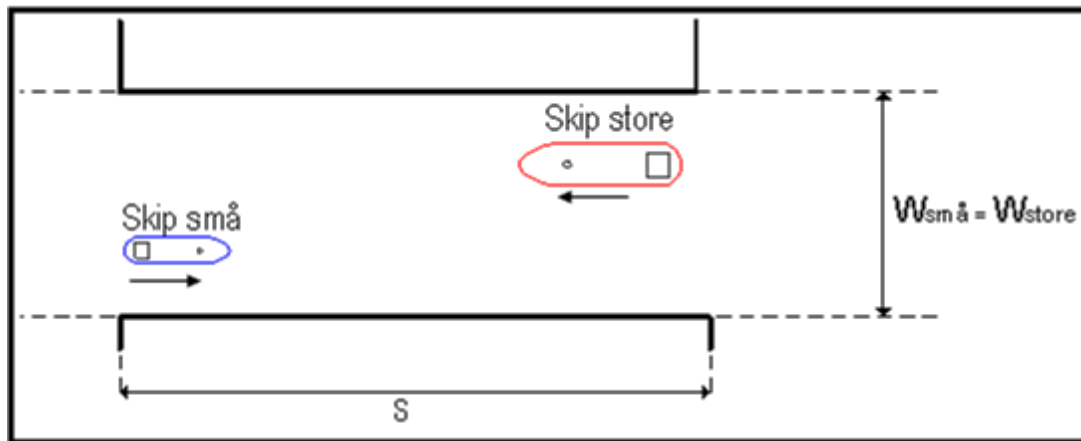
En kollisjon gir skade på to skip. Som man ser, vil en doubling av trafikken i begge retninger gi en 4-dobling av antall møtesituasjoner og antall ulykker. Modellen er beskrevet i detalj i kapittel 1.2.2 og kapittel 1.2.3.

1.2.2 Møtende kollisjoner

Eksempel på en modell for møtende kollisjoner før og etter farledstiltak er vist i Figur 1.2 og Figur 1.3.



Figur 1.2 Skipsled før tiltak



Figur 1.3 Skipsled etter tiltak

Basert på Ref. 2 foretas beregningen av endring av kollisjonsfrekvens forårsaket av farledstiltak slik:

$$F_{\text{koll}} = P_{\text{koll}} \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot S \cdot \left(\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} \right) \cdot \left[\frac{B_1 + B_2}{W} \right] \cdot c$$

Her er:

- F_{koll} = Årlig kollisjonsfrekvens for møtende skip i farleden.
- P_{koll} = Sannsynlighet for kollisjon gitt kollisjonskurs, 2.00E-04, se Ref. 2.
- N_1 = Antall passeringer for skip 1 (pr. år)
- N_2 = Antall passeringer for skip 2 (pr. år)
- S = Midlere lengde av farleden (km)
- V_1 = Hastighet for Skip 1 (km/år)
- V_2 = Hastighet for Skip 2 (km/år)
- B_1 = Bredde av Skip 1 (m)
- B_2 = Bredde av Skip 2 gitt (m)
- W = Midlere bredde av farleden (m)
- c = Faktor som bestemmes av skipfordelingen

En kollisjon gir skade på to skip. Som man ser viser modellen at en dobling av trafikken i begge retninger gir en firedobling av antall faresituasjoner og antall ulykker. 40 % trafikkøkning gir omtrent en dobling av ulykkesfrekvensen.

I analysen benyttes en midlere hastighet for skip;

$$V_1 = V_2 = 12 \text{ knop (22,2 km/time)} \approx 1\,600\,000 \text{ km/år basert på 300 døgn i fart pr. år}$$

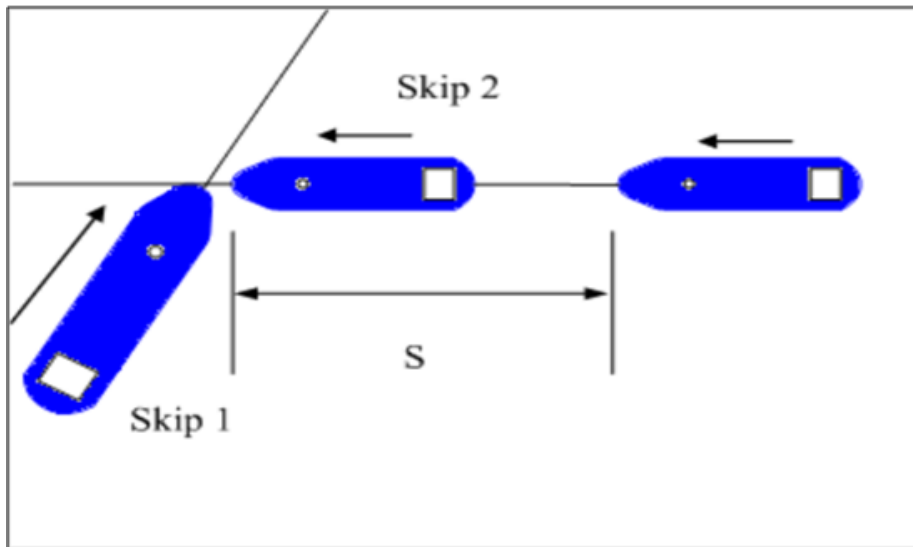
Ett unntak er for hurtigbåt, som det er benyttet en midlere hastighet;

$$V_1 = V_2 = 16 \text{ knop (29,6 km/time)} \approx 2\,134\,000 \text{ km/år basert på 300 døgn i fart pr. år}$$

Det benyttes middelveier for skipenes bredde, B , og lengde, L , basert på oppgitte dimensjoner for hvert enkelt skip i AIS-dataene benyttet i analysen.

1.2.3 Kryssende kollisjoner

En kryssende situasjon modellert som vist i Figur 1.4.



Figur 1.4 Kryssende kollisjon

Frekvens pr. år for kollisjoner, der to led krysser hverandre, beregnes slik:

$$F_{\text{koll}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{koll}} \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot \left(\frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} \right)$$

Her er:

- F_{koll} = Årlig kollisjonsfrekvens for kryssende skip.
- p_{koll} = Sannsynlighet for kollisjon gitt kollisjonskurs, 2.00E-04, se Ref. 2.
- N_1 = Antall passeringer for skip 1 (pr. år)
- N_2 = Antall passeringer for skip 2 (pr. år)
- V_1 = Hastighet for Skip 1 (km/år)
- V_2 = Hastighet for Skip 2 (km/år)
- L_1 = Lengde på Skip 1 (km)
- L_2 = Lengde på Skip 2 gitt (km)

I motsetning til møtende kollisjoner er det skipenes lengde som er tatt inn i modellen, da det er dette som er kollisjonsflaten ved kryssende kollisjoner. Faktoren c er ikke av interesse for kryssende kollisjoner.

Møtesituasjonen anses å kunne medføre menneskelige handlinger som ikke spesifikt kan allokere til ett av skipene og som kan føre til kollisjon.

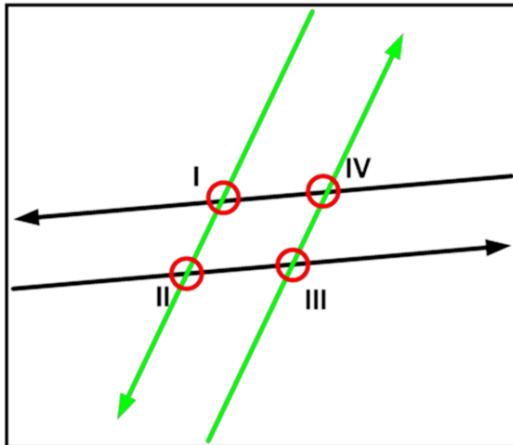
Fordelingen mellom skip som treffes, og skip som blir truffet er viktig, og regnes for å være avhengig av skipets lengde (bredden av skipet teller ikke med i modellen) og skipets hastighet:

$$P(\text{Skip 1 treffes av Skip 2}) = \frac{L_1}{V_1} / \left(\frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} \right)$$

Tilsvarende:

$$P(\text{Skip 2 treffes av Skip 1}) = 1 - \frac{L_1}{V_1} / \left(\frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} \right)$$

Hvis det er flere områder hvor kryssing av led finner sted i løpet av ett år må hvert krysningspunkt beregnes separat. Eksempelvis vil en ren kryssing av led resultere i fire separate krysningspunkt der modellen benyttes. Dette er vist i Figur 1.5.



Figur 1.5 Eksempel på krysningspunkt ved to kryssende leder

1.3 Grunnstøtingsfrekvens og farledstiltak

Dette kapittelet gir en generell innføring i den metoden som er benyttet for å beregne frekvensene for grunnstøting. Safetec benytter enkle, matematiske modeller kombinert med estimat for menneskelige feil ved beregningene av grunnstøting i kystfarvann. Tilleggsfaktorer benyttes der tiltak har ytterligere risikoreduserende effekt. Bare grunnstøt med maskinkraft har tilstrekkelig kinetisk energi til å penetrere skuteside med påfølgende potensielt utslipp av olje, og deler av drivende grunnstøting utelates derfor i modellen. Unntaket er områder der man opplever dønninger, som relativt raskt kan bryte opp drivende fartøyer som har grunnstøtt.

Risikoanalyser av denne typen for meget begrensede lokale områder med meget få ulykker er usikre. Imidlertid mener Safetec at den aktuelle farleden kan sammenliknes med andre farleder og at generelle data relatert til navigatørene kan anvendes.

1.3.1 Grunnstøtingsfrekvens

Følgende grunnstøtingssituasjoner er normalt modellert:

- Navigatøren feiler ved ikke å ta tilstrekkelig hensyn til dyptgående («farlig kurs»), skipet grunnstøter. Dette er spesielt relevant ved møting i led.
- Kursen endres utilsiktet av ytre påvirkninger eller tekniske feil uten at det blir registrert av navigatøren. Skipet grunnstøter utenfor leden.
- Kursendringer gjøres ikke, eller utføres feil (for stor eller for liten svingradius¹, tårn startes på feil tidspunkt).

¹ Valgt svingradius bestemmes av hastigheten til skipet og valgt rorutslag, dypgang, dybde under kjølen, i tillegg til avdrift på grunn av strøm og vind. Svingradius og "ror over"-punkt skal alltid planlegges.

Modellen for grunnstøting er satt sammen slik:

$$F(U) = N \cdot P(K) \cdot P(U|K)$$

Her er:

$F(U)$	= Årlig antall ulykker
N	= Antall passeringer av leden pr. år
$P(K)$	= Sannsynligheten for at navigatøren ikke har kontroll
$P(U K)$	= Sannsynligheten for at skipet er på «farlig kurs» gitt at navigatøren ikke har kontroll

1.3.2 Grunnstøting med store skip i led før tiltak

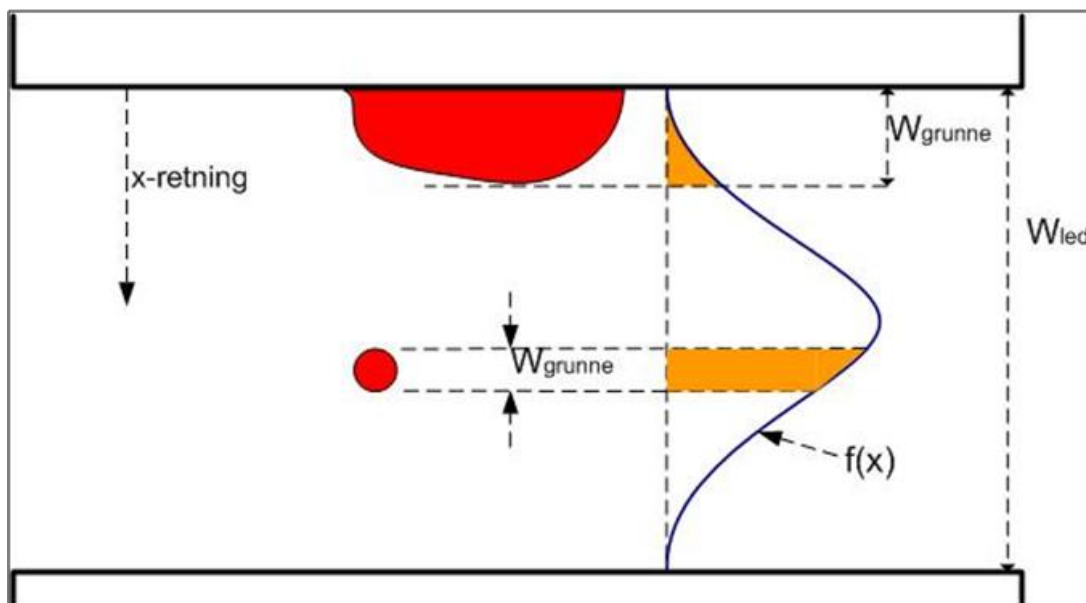
Grunnstøt i leden skyldes at relativt grunne områder stikker ut i leden eller at det er grunner i leden. Grunnstøting er da mulig for skip som stikker for dypt i forhold til vannstanden. For grunnstøt i led benyttes følgende ligning:

$$F(U) = N \cdot P(K) \cdot P(U|K)$$

Her er:

$F(U)$	= Antall ulykker (pr. år)
N	= Antall passeringer av leden (pr. år)
$P(K)$	= Sannsynligheten for at navigatøren ikke har kontroll
$P(U K)$	= Sannsynligheten for at skipet er på «farlig kurs» gitt at navigatøren ikke har kontroll

Modellen er beskrevet i det etterfølgende.



Figur 1.6 Farled med grunne

Videre er:

$$P(U|K) = \int_0^{W_{grunne}} f(x) dx$$

Her er:

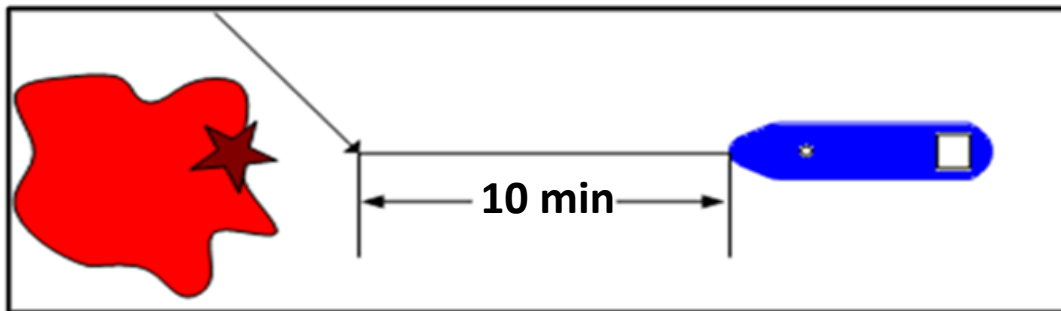
W_{Grunne} = Bredden til den delen av grunnen som befinner seg i leden (km)
 $f(x)$ = Sannsynlighetsfordelingen som beskriver hvordan trafikken fordeler seg i leden

1.3.3 Grunnstøting i led med kursendring

Grunnstøtingen har sin årsak i at skipet er på «farlig kurs», som betyr at grunnstøting vil bli resultatet dersom kursendringen:

- Utføres for sent;
- Ikke utføres i det hele tatt;
- Utføres feil.

Grunnstøtingssituasjonen er vist på Figur 1.7. Denne modellen benyttes vanligvis bare dersom det er mindre enn ca. 10 min gangtid frem til det potensielle grunnstøtingspunktet. Det betyr at tap av kontroll selv i korte tidsrom med for eksempel uoppmerksomhet teller med i denne sammenhengen.



Figur 1.7 Grunnstøting med maskinkraft

Frekvensen for slik grunnstøting beregnes slik:

$$F(G) = P(G|K) \cdot M_{\text{kursendringer}} \cdot N_{\text{Passeringer}}$$

Her er:

$P(G|K)$ = Sannsynligheten for ulykke gitt at navigatøren i et kortere tidsrom ikke har kontroll. Der svinger følger tett etter hverandre er det benyttet en korreksjonsfaktor fordi navigatøren anses å bli «aktivert» av den første svingen

M = Antall kursendringer i leden som anses kritiske

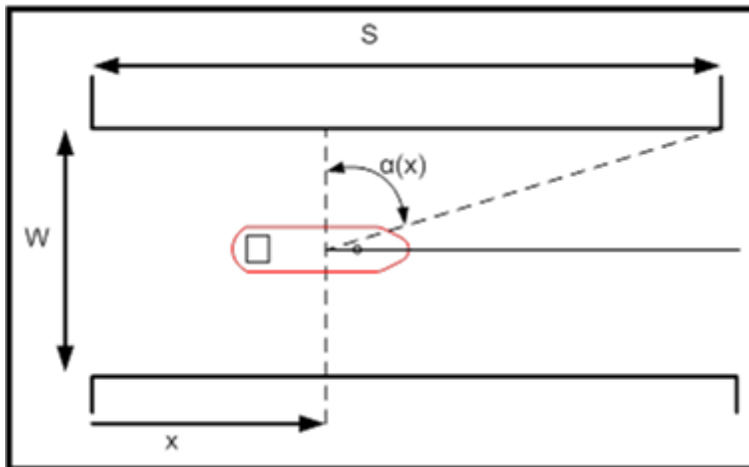
N = Antall passeringer (pr. år)

Valg av kurs som anses som kritisk i modellen har stor betydning for resultatet. En vanlig årsak er manglende planlegging.

I Farledsmanualen, Ref. 3, er det gitt en nærmere forklaring på andre forhold som kan føre til grunnstøting², spesielt squat-effekt³. Manualen gir anbefaling til minimumsklaring under kjøll i farleder.

1.3.4 Grunnstøting utenfor leden

Grunnstøtingen har sin årsak i en gradvis kursendring forårsaket av ytre krefter som vind, strøm eller feil i styre- eller autopilotsystemet bringer skipet ut av leden. Den utilsiktede kursendringen registreres ikke av navigatøren fordi kontrollen er tapt. Den midlere sannsynligheten for å grunnstøte i leden finnes som vist på Figur 1.8.



Figur 1.8 Grunnstøting utenfor leden

Frekvensen for grunnstøting beregnes slik i dette tilfellet;

$$F(G) = P(G|K) \cdot N \cdot \frac{1}{S} \int_0^S \frac{\alpha(x)}{\pi/2} dx$$

Her er:

$F(G)$ = Grunnstøtingsfrekvens (pr. år)

$P(G|K)$ = Sannsynligheten for ulykke gitt at navigatøren i et kortere tidsrom ikke har kontroll.

N = Antall passeringer (pr. år)

$\alpha(x)$ = Arc tan((S/2)/(W-x))

W = Midlere bredde av farleden (km)

S = Ledens lengde (km)

Integralet kan løses analytisk. Resultatet er:

$$I = \int_0^S \frac{\alpha(x)}{\pi/2} dx = \frac{2}{\pi} \cdot \left[\frac{W}{4} \cdot \ln\left(\frac{W}{2}\right)^2 + S \cdot \text{Arctan}\left(\frac{2S}{W}\right) - \frac{W}{4} \cdot \ln\left(\left(\frac{W}{2}\right)^2 + S^2\right) \right]$$

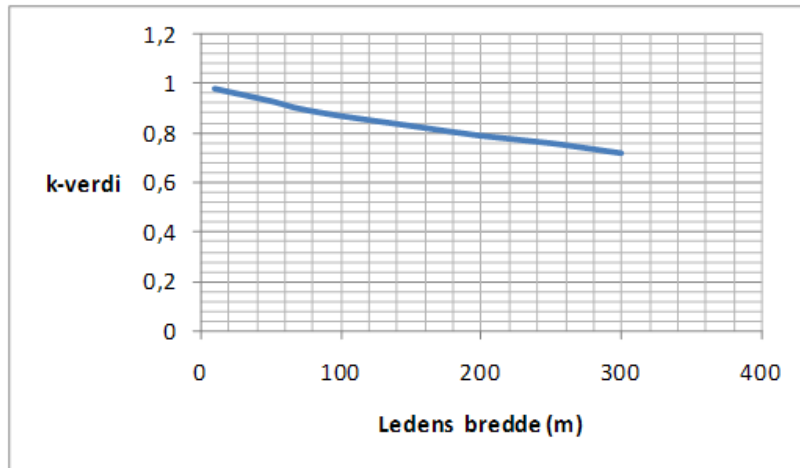
Faktoren som benyttes i beregningene er:

² Når et skip svinger vil det legge seg noe over på siden. Dette reduserer avstanden til bunnen, og kan føre til grunnstøting. Det må også tas hensyn til flo og fjære.

³ Squat-effekt er et resultat av skipets hastighet gjennom vannet, som fører til at skipet synker noe ned og ofte trimmer (akterenden senker eller hever seg). Effekten er størst med liten klaring under kjølen og høy fart.

$$k = \frac{I}{S}$$

Et eksempel på k-verdi for ledlengde = 1000 meter og varierende bredde er vist i Figur 1.9



Figur 1.9 Eksempel på k-verdier som funksjon av bredden på leden (ledlengde 1000 m).

Grunnstøting utenfor leden skjer når fartøyet utsettes for en påtrykt kursendring som følge av vind, strøm eller andre eksterne faktorer, og som ikke oppdages i tide av navigatøren ombord.

1.3.5 Drivende grunnstøting

Drivende grunnstøting kan skyldes to forhold:

- Maskinhavari
- Ikke registrert avdrift for skip til ankers («dregging»)

Den sentrale muligheten for å hindre at drivende skip grunnstøter er bruk av taubåt, dersom tilgjengelig i tide. Nødankring eller reparasjon om bord vil være sentrale avbøtende tiltak mot grunnstøt. Et drivende fartøy vil normalt ikke ha nok kinetisk energi til å penetrere skuteseide ved grunnstøt, men dersom farvannet er åpent for dønninger vil et grunnstøtt skip kunne brytes opp og medføre oljeutslipp etter relativt kort tid. Drivende grunnstøt i områder der dønninger ikke forekommer regnes normalt ikke med til drivende grunnstøtingsfrekvens. Sannsynligheten for en drivende grunnstøting beregnes etter følgende formel:

$$F(G) = N \cdot t_{\text{eksponert}} \cdot f_{\text{Motorhavari}} \cdot f_{\text{Red.}} \cdot f_{\text{Eksponert}} \cdot P(\text{Grunnstøt} | \text{Motorhavari})$$

Der:

N	= Antall skip per år
$t_{\text{eksponert}}$	= tiden skip er eksponert i led
$f_{\text{Motorhavari}}$	= Sannsynlighet for motorhavari per time
$P(\text{Grunnstøt} \text{motorhavari})$	= Sannsynlighet for å grunnstøte gitt motorhavari
$f_{\text{Red.}}$	= Korreksjon for lokale forhold, historikk, værforhold geometri, avbøtende tiltak ombord osv.
$f_{\text{Eksponert}}$	= Vurdering av eksponering for dønninger

1.3.5.1 Dregging

Skip som må vente på lossing eller å seile inn og ut av Leirpollen som ankrer opp benytter hovedsakelig ankringsområde utenfor analyseområdet, og er ikke hensyntatt i studien da det ikke kan sees å ha noen sammenheng med utbedringstiltakene som analyseres.

2 DETALJERTE RESULTATER

I hovedrapporten er det presentert overordnede ulykkesfrekvenser som sammenholder risikobildet i analyseområdet før og etter gjennomført tiltak i Leirpollen. Under følger et større utvalg ulykkesfrekvenser for grunnstøting og kollisjoner med et større detaljnivå. Merk at alle resultater som er presentert her, samt ytterligere detaljnivå kan finnes i vedlagt regneark. Da noen av delresultatene inneholder små tall er det her benyttet et annet tallformat enn i hovedrapporten for å presentere resultatene. Tallformen som er benyttet er «EkspONENTIell notasjon», og i matematikken å uttrykke tallstørrelser som tierpotens. Grunntallet er 10. som byttes ut med bokstaven E. Eksempelvis vil tallet 0,0000210 skrives som 2,10E-05, mens tallet 2100 skrives som 2,10E+3.

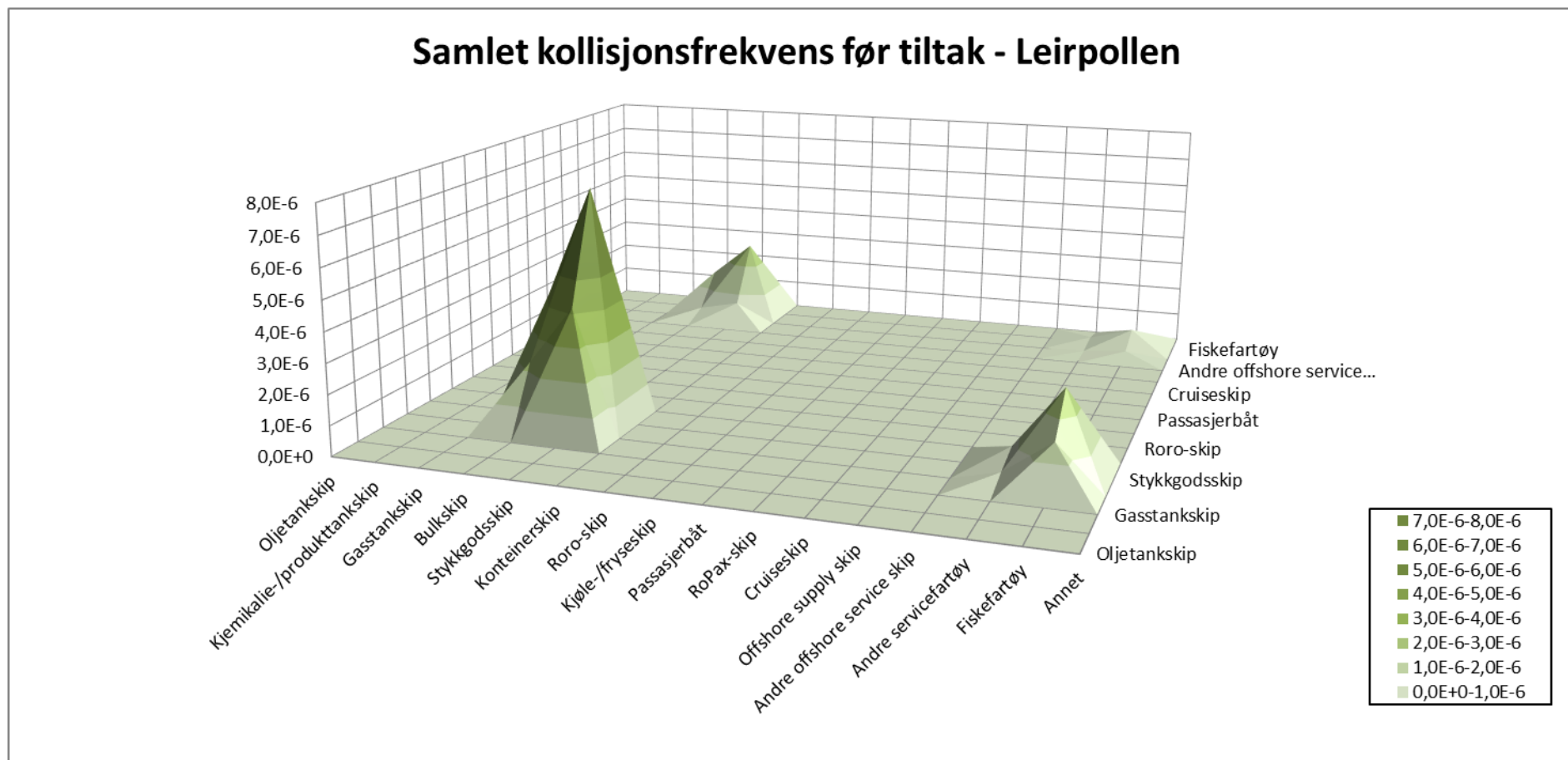
2.1 Kollisjoner

I dette delkapittelet presenteres kollisjonsfrekvenser med større detaljeringsgrad enn i hovedrapporten. I en kollisjon er to skip involvert, og resultatene er da summen av alle kombinasjoner av kollisjon mellom forskjellige skips kategorier.

Det er i det etterfølgende vist figurer for kollisjonsfrekvens etter skipstype, alle skipsstørrelser inkludert. Figurene viser hvilke skipstyper som er dominerende bidragsyttere til kollisjonsfrekvensen. Tabeller med tilsvarende resultater kan finnes i medfølgende regneark.

2.1.1 Leirpollen før tiltak

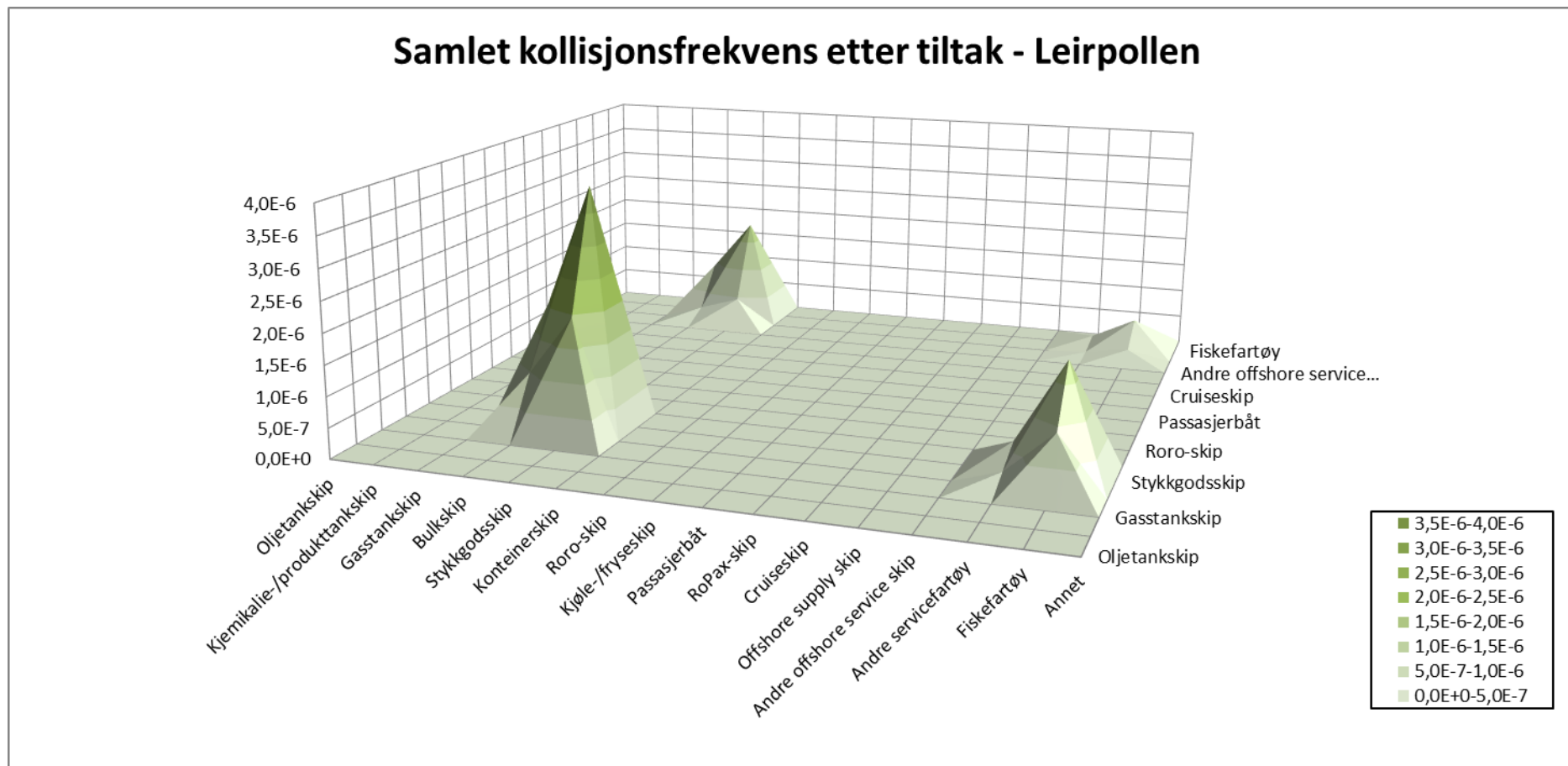
I Figur 2.1 er kollisjoner samlet i Leirpollen, før tiltak vist. Som figuren viser er kollisjoner der stykkgodsskip er involvert dominerende i kollisjonsfrekvensen. Bulkskip bidrar også til kollisjonsfrekvensen. Bidragene fra begge skipstyper skyldes hovedsakelig at det er flest av disse skipstypene i farleden. .



Figur 2.1 Kollisjoner samlet i Leirpollen før tiltak

2.1.2 Leirpollen etter tiltak

I Figur 2.2 er kollisjoner samlet i Leirpollen, etter tiltak vist. Som figuren viser er kollisjoner der stykkgodsskip er involvert fortsatt dominerende i kollisjonsfrekvensen i Leirpollen.



Figur 2.2 Kollisjoner samlet i Leirpollen, etter tiltak

2.2 Grunnstøting

I dette delkapittelet presenteres grunnstøtingsfrekvenser med større detaljeringsgrad enn i hovedrapporten. En grunnstøting skjer med skip enkeltvis, og resultatene er da summen av alle enkeltgrunnstøtinger for de forskjellige skipskategoriene.

Det er i det etterfølgende vist figurer eller tabeller for grunnstøtingsfrekvenser samlet etter skipstype og skipsstørrelse. Tabeller med tilsvarende resultater kan finnes i medfølgende regneark, i tillegg til enkeltbidragene til de relevante grunnstøtingshendelsene. Dette er imidlertid ikke tatt med i dette vedlegget av hensynet til rapportens lesbarhet.

2.2.1 Grunnstøting i Leirpollen før tiltak

Tabell 2.1 viser grunnstøtingsfrekvens i Leirpollen før tiltak. Som tabellen viser er de største bidragene til grunnstøtingsfrekvensen i modellen fra Stykkgodsskip og Bulkskip, hovedsakelig grunnet at det er en stor andel skip av denne skipstypen. Den dominerende skipsstørrelsen ift. grunnstøt er skip rett over 100 m.

Tabell 2.1 Samlet grunnstøtingsfrekvens i Leirpollen, før tiltak

Skipstype\Skipsstørrelse	Total	0 - 70 m	70 - 100 m	100 - 150 m	150 - 200 m	200 - 250 m	250 - 300 m	300 - 1000 m
Oljetankskip	-	-	-	-	-	-	-	-
Kjemikalie- /produkttankskip	-	-	-	-	-	-	-	-
Gasstankskip	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulkskip	2,20E-02	-	-	2,20E-02	-	-	-	-
Stykkgodsskip	4,24E-02	7,70E-03	7,32E-03	2,73E-02	-	-	-	-
Konteinerskip	-	-	-	-	-	-	-	-
Roro-skip	-	-	-	-	-	-	-	-
Kjøle-/fryseskip	-	-	-	-	-	-	-	-
Passasjerbåt	-	-	-	-	-	-	-	-
RoPax-skip	-	-	-	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-	-	-	-
Offshore supply skip	-	-	-	-	-	-	-	-
Andre offshore service skip	-	-	-	-	-	-	-	-
Andre servicefartøy	1,15E-03	1,15E-03	-	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	4,98E-03	4,98E-03	-	-	-	-	-	-
Annet	-	-	-	-	-	-	-	-
SUM	7,05E-02	1,38E-02	7,32E-03	4,94E-02	--	--	--	--

2.2.2 Grunnstøting i Leirpollen etter tiltak

I Tabell 2.2 er grunnstøtingsfrekvens i Leirpollen etter tiltak, vist. Som tabellen viser er det et tilnærmet identisk bilde av bidraget til grunnstøtingsfrekvensen før tiltak, men selve frekvensen er redusert.

Tabell 2.2 Samlet grunnstøtingsfrekvens i Leirpollen, etter tiltak

Skipstype\Skipsstørrelse	Total	0 - 70 m	70 - 100 m	100 - 150 m	150 - 200 m	200 - 250 m	250 - 300 m	300 - 1000 m
Oljetankskip	-	-	-	-	-	-	-	-
Kjemikalie- /produkttskip	-	-	-	-	-	-	-	-
Gasstankskip	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulkskip	1,06E-02	-	-	1,06E-02	-	-	-	-
Stykkodsskip	2,19E-02	5,28E-03	2,64E-04	1,64E-02	-	-	-	-
Konteinerskip	-	-	-	-	-	-	-	-
Roro-skip	-	-	-	-	-	-	-	-
Kjøle-/fryseskip	-	-	-	-	-	-	-	-
Passasjerbåt	-	-	-	-	-	-	-	-
RoPax-skip	-	-	-	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-	-	-	-
Offshore supply skip	-	-	-	-	-	-	-	-
Andre offshore service skip	-	-	-	-	-	-	-	-
Andre servicefartøy	7,93E-04	7,93E-04	-	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	3,43E-03	3,43E-03	-	-	-	-	-	-
Annet	-	-	-	-	-	-	-	-
SUM	3,67E-02	9,51E-03	2,64E-04	2,69E-02	-	-	-	-

3 REFERANSER

- 1 Safetec Nordic AS, ST-04189-2_Risikoanalyse Gåsøyrenna, Rev. 7.0, 2012-05-30.
- 2 Kristiansen, S., *“Risk analysis and safety management of maritime transport”*, Dept. of marine systems design. NTNU 2001.
- 3 Kystverket, *“Farledsnormalen”* (revidert 2014-09-15).