



DET NORSKE VERITAS

Rapport Risikoanalyse av Stad skipstunnel for to tunnelalternativer

Kystverket

Rapportnr./DNV Referansenr.: 2010-1866 / 2010-1639
Rev. 1.0, 2010-12-20



Risikoanalyse av Stad skipstunnel for to ulike tunnelalternativer	DET NORSKE VERITAS AS P.O.Box 300 1322 Høvik, Norway Tlf: +47 67 57 99 00 Faks: +47 67 57 99 11 http://www.dnv.com Org. nr.:
Oppdragsgiver: Kystverket Postboks 1502 6025 Ålesund Norway	
Oppdragsgivers referanse: Øystein Linnestad	

Dato for første utgivelse:	2010-12-20	Prosjektnr.:	BA000578
Rapportnr.:	2010-1866	Organisasjonsenhet:	BDL Safety Risk Mangement
Revisjon nr.:	1.0	Emnegruppe:	
Sammendrag:			
Denne rapporten er utarbeidet i forbindelse med konseptvalgutredning for Stad Skipstunnel. Rapporten skal inngå som underlag for vurdering av fartøysrisiko og ulykkeskostnader med og uten skipstunnel ved Stad.			
Utarbeidet av:	<i>Navn og tittel</i> Merete Lieng, Carl Erik Høy-Petersen, Jon Roar Andersen	<i>Signatur</i>	
Verifisert av:	<i>Navn og tittel</i> Audun Brandsæter, Børre Paaske	<i>Signatur</i>	
Godkjent av:	<i>Navn og tittel</i> Tom Arne Bakken Business Development Manager	<i>Signatur</i>	

☒	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet, men fri distribusjon innen DNV etter 3 år	Indekseringstermer	
☐	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet	Nøkkelord	
☐	Strengt konfidensiell	Service-område	
☐	Fri distribusjon	Markeds-segment	

Innholdsfortegnelse

KONKLUDERENDE SAMMENDRAG.....	1
1 INNLEDNING	2
1.1 Avgrensninger	2
1.2 Prognoser estimert for 2025	2
1.3 Metodebeskrivelse.....	3
1.3.1 AIS-data er benyttet som inngangsdata for analyse av skipstrafikk.....	4
1.3.2 Estimering av ulykkesfrekvenser.....	5
2 BAKGRUNNS INFORMASJON	10
2.1 Oversiktskart	10
2.2 Tunnelalternativer	10
2.3 Fartøystrafikk forbi Stad	13
2.3.1 Årsdøgnsstrafikk (ÅDT) for Stad skipstunnel	15
3 RISIKOBEREGNINGER.....	17
3.1 Forventet antall ulykker for seiling rundt Stad og i tunnel	17
3.2 Personrisiko.....	20
3.2.1 Tiltak med trafikkseparasjonssystem (TSS)	23
3.3 Brann i tunnel	23
3.3.1 Anbefalinger knyttet til brann i tunnel.....	27
3.4 Miljørisiko	28
3.4.1 Oppsummering miljørisiko og akutt forurensning	28
3.4.2 Marine miljøressurser og prioriteringer ved akutt forurensning.....	29
3.4.3 Prioriteringsmodell ”MOB”	33
4 KONKLUSJON RISIKOANALYSE.....	42
5 REFERANSER	43

KONKLUDERENDE SAMMENDRAG

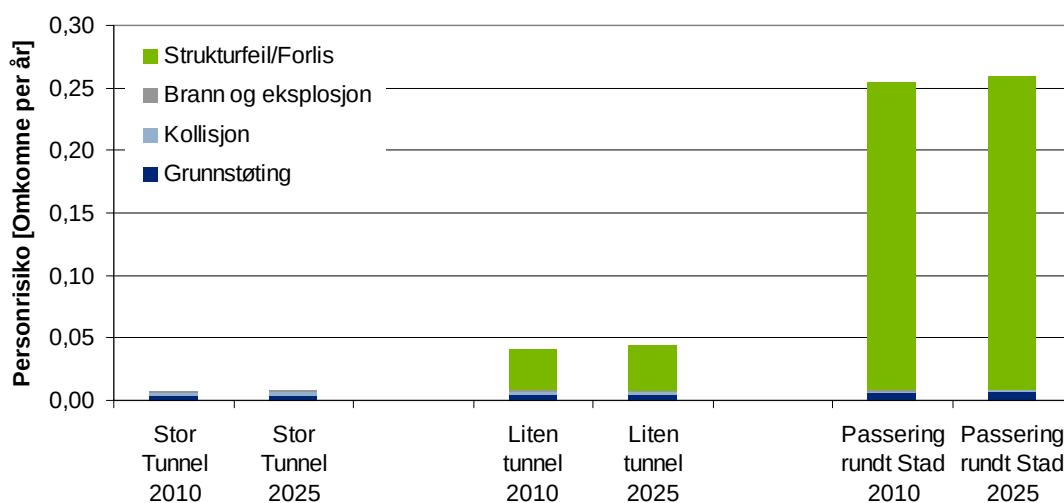
Kystverket har bedt DNV om å oppdatere risikoanalysen av Stad skipstunnel for skipstrafikk basert på AIS data. Oppdateringen er basert på analysene utført i 2007, ref. /1/, og i 2000, ref. /7/. Denne analysen omfatter vurderinger av sikkerhetsmessige forhold knyttet til forseiling til, fra og i Stad skipstunnel og sammenligne risikoen ved å passere Stad med og uten tunnelen. Sikkerheten er vurdert for passasjerer og mannskap ombord i fartøyene som vil kunne trafikkere tunnelen. Analysen ser på to tunnelalternativer, ett med en tunnelbredde på 23 meter og med tunnelbredde på 26 meter der større skip, som Hurtigruta kan gå gjennom for:

- scenario for 2009/2010 og
- scenario for 2025 basert på en prognose av skipstrafikkdata i 2025 i kystregion Midt-Norge, ref. /4/.
- scenarioer for 2009/2010 og 2025 med seiling rundt Stad
- Miljørisiko er vurdert, og miljøgevinsten ved å passere Stad gjennom tunnelen er estimert.

Risikoanalysen skal brukes som grunnlag for å designe og kostnadsestimere tunnelen og som input til en samfunnsøkonomisk analyse av prosjektet, som del av konseptvalgutredning (KVU) for Stad Skipstunnel. Hovedfunnene i denne analysen er som følger:

- Forventet antall ulykker vil reduseres mest med tunnelalternativ 'stor tunnel' (Hurtigrute alternativet). Dette skyldes i stor grad at en større andel skip vil kunne seile innaskjærs forbi Stad. Selv om Hurtigruten er forventet å ha to passeringer om dagen, som kan bidra til en økt frekvens av støt mot tunnelveggen, vil den økte tunnelbredden føre til at mindre fartøy har større klarering og dermed får en enklere navigasjon i gjennom tunnelen.
- Stor tunnel (Hurtigrute alternativet) gir en betydelig redusert risiko. Risikoen for omkomne forventes å ligge ca 5 ganger lavere enn ved seilas rundt Stad.

Figuren under viser hvordan personellrisiko påvirkes av de ulike scenarioene vist med forventet antall omkomne per år ved aktuelle hendelser.



1 INNLEDNING

Kystverket har bedt DNV om å oppdatere risikoanalysen av Stad skipstunnel for skipstrafikk fra AIS data og et utvidet antall skipstyper og størrelseskategorier. Oppdateringen er basert på analysene utført i 2007, ref. /1/, og i 2000, ref. /7/. Denne rapporten omfatter en analyse av sikkerhetsmessige forhold knyttet til forseiling til, fra og i Stad skipstunnel, og vil vurdere og sammenligne risikoen ved å passere Stad med og uten tunnelen. Sikkerheten er vurdert for passasjerer og mannskap ombord i fartøyene som vil trafikkere tunnelen. Analysen ser på ett scenario for 2009 og et scenario for 2025 basert på en prognose av skipstrafikkdata i 2025, ref. /4/. Det er sett på to tunnelalternativer, ett med en tunnelbredde på 23 meter og med tunnelbredde på 26,5 meter. Den største tunnelen er forutsatt dimensjonert slik at Hurtigruta kan gå gjennom. I tillegg er miljørisikoen vurdert, og miljøgevinsten ved å passere Stad gjennom tunnelen er beregnet.

Risikoanalysen skal brukes som grunnlag i konseptvalgutredning (KVU) for Stad Skipstunnel som inngangsverdier til en samfunnsøkonomisk analyse av prosjektet.

1.1 Avgrensninger

Analysen er geografisk avgrenset til de to følgende seilingsledene:

1. Rabben – passering rundt Stadlandet – Haugsholmen, 25 nautiske mil
2. Rabben – vestre tunnelmunning – tunnelen – østre tunnelmunning – Haugsholmen, 22 nautiske mil. Tunnelen er antatt en lengde på 1 nautisk mil.

Risikoen ved passering av Stad gjennom tunnelen er beregnet basert på gjennomsnittet for delstrekningene.

Alle skip med AIS-spring over 300 brt er inkludert i analysen. Trafikkdata som benyttes i analysen er fremkommet gjennom en egen analyse. For detaljert informasjon om analyse av trafikkdata se ref./11/.

1.2 Prognoser estimert for 2025

Skipstrafikk for prognoseåret 2025 er estimert basert på prognoser utarbeidet av Kystverket, se ref. /2/ og /4/. Prognosene er basert på Nasjonal transportplan og informasjon fra Oljedirektoratet om antatt produksjon av olje og gass i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. Prognosene som er benyttet for vurderingen av trafikkbildet er presentert i tabellen under for antatt økning i utseilt distanse.

Tabell 1-1 Prognoser for 2025 – framstilt som endring i utseilt distanse i forhold til basisåret 2008

Skipskategori (DvT)		Kystregion Midt-Norge
Oljetankere	< 1000	3 %
	1000 – 4999	6 %
	5000 – 9999	8 %
	10000 – 24999	-22 %
Kjemikalie-/produkttankere		16 %
Gasstankere	5000 - 9999	24 %
	10000 - 49999	20 %
Lasteskip		16 %
Passasjer		-3 %
Cruise		11 %
Offshore skip		-20 %
Andre aktiviteter		5 %
Fiskefartøy		-29 %

1.3 Metodebeskrivelse

Risikoanalysen legger til grunn at den beregnede risiko er en funksjon av sannsynlighet (forventet frekvens) for en gitt hendelse og forventet konsekvens av denne hendelsen dersom den inntreffer. Dette kapittelet presenterer hvordan internasjonal og nasjonal fartøysstatistikk er satt sammen for å kunne anslå potensiell risiko knyttet til fartøystrafikken ved Stad med og uten skipstunnel.

Figur 1-1 viser en oversikt over analyseprosessen i denne rapporten.

**Figur 1-1: Oversikt over analyseprosessen**

Analysen består av følgende hovedaktiviteter:

1. Analyse av skipstrafikk ved Stad
2. Estimering av ulykkesfrekvenser
3. Estimering av personellrisiko for fasene, innseiling/utseiling til tunnel, seiling gjennom tunnel og seiling rundt Stad
4. Vurdering av miljørisiko for de ulike fasene
5. Vurdering av tiltak som kan redusere miljørisiko eller personellrisiko

I analysen benytter DNV statistikk fra en rekke kilder. Dette gjøres for å sikre det best mulige statistiske grunnlaget for analysen. Følgende informasjonskilder er lagt til grunn for analysen. Statistikken struktureres på ulike fartøystyper:

- a. Fartøysbevegelser ved Stad: Automatic Identification System (AIS), ref./11/
- b. Ulykkesstatistikk per fartøyskategori: Information Handling Services (IHS) Fairplay Casualty database ref. /5/
- c. Utseilt distanse per fartøyskategori: International Maritime Organisation (IMO) ref. /10/
- d. Norsk ulykkesstatistikk: Sjøfartsdirektoratets ulykkesstatistikk ref. /8/

Bakgrunnen for å ikke basere analysen kun på Sjøfartsdirektoratets ulykkesstatistikk er at denne statistikken ikke gir tilstrekkelig grunnlag for å anslå sammenheng mellom ulykker og eksponeringstid for ulike fartøystyper. Eksponeringstid er nødvendig for å kunne anslå hvordan ulykkesstatistikk vil påvirkes av endringer i fartøyenes bevegelser og sammensetning og se dette mot fremtids prognoser. Økt eksponeringstid vil naturlig nok innebære økt risiko. Graden av risikoøkning avhenger av hva fartøyet eksponeres for. Seilas rundt Stad innebærer en ulik eksponering enn en seilas gjennom en skipstunnel.

DNV har diskutert utfordringene knyttet til passering av Stad og bruk av skipstunnel i møte med representanter fra losvesenet og fartøystrafikksentral (VTS) fra Kystverket, ref./14/. Det ble i møtet poengtert at den økte fokuset på sjøsikkerhet har hatt innvirkning på fartøystrafikken og at dette også gjelder for risikobildet for fartøystrafikken i området rundt Stad. Blant annet trekkes bruk av værvarsling og den stadige forbedringen i presisjon av vær og bølgevarsling frem som en vesentlig beslutningsstøtte og bidragsyter til å redusere risiko for fartøy som skal passere Stad.

I de etterfølgende kapitlene beskrives det hvordan det statistiske grunnlaget settes sammen for å estimere ulykkesrisiko ved Stad.

1.3.1 AIS-data er benyttet som inngangsdata for analyse av skipstrafikk

Analyse av den faktiske fartøystrafikken ved Stad er en vesentlig inngangsfaktor til risikoanalysen. Denne benyttes for å anslå hvor stor eksponering de ulike fartøystypene har ved Stad.

Som grunnlagsdata for analysen av den faktiske fartøystrafikken har DNV benyttet registrert skipstrafikk fra AIS (Automatic Identification System) fra 2008 til 2010.

AIS er et internasjonalt hjelpemiddel for å avverge skipskollisjoner og å identifisere og overvåke skip. AIS er gjort gjeldende for skip over 300 BT i internasjonal fart og 500 BT i nasjonal fart, samt alle tank- og passasjerskip uansett størrelse. Unntatt fra kravet om å være utstyrt med AIS er særskilte kategorier som krigsskip, militære hjelpefartøyer og statseide eller statsopererte skip, samt små farkoster som fritidsbåter. AIS-data for alle fartøystyper anses å være tilstrekkelig til å fange opp skipstrafikken innenfor avgrensningen til denne analysen.

I AIS dataene fremkommer bevegelsesmønster og skipsspesifikk informasjon slik som fartøystype og tonnasje. DNV har gjennomgått disse dataene og korrigert feilinformasjon basert på DNVs fartøysdatabaser for å sikre et best mulig grunnlag for den videre analysen.

AIS dataene er i analysen sammenstilt slik at registreringene av fartøyenes bevegelser fremkommer som operasjonstid og utseilt distanse aggregert per skips- og størrelseskategori.

1.3.2 Estimering av ulykkesfrekvenser

Det er i denne analysen sett på følgende ulykkeskategorier:

- Grunnstøting
- Forlis/strukturfeil
- Kollisjon/kontaktskade/støt mot tunnelvegg
- Brann

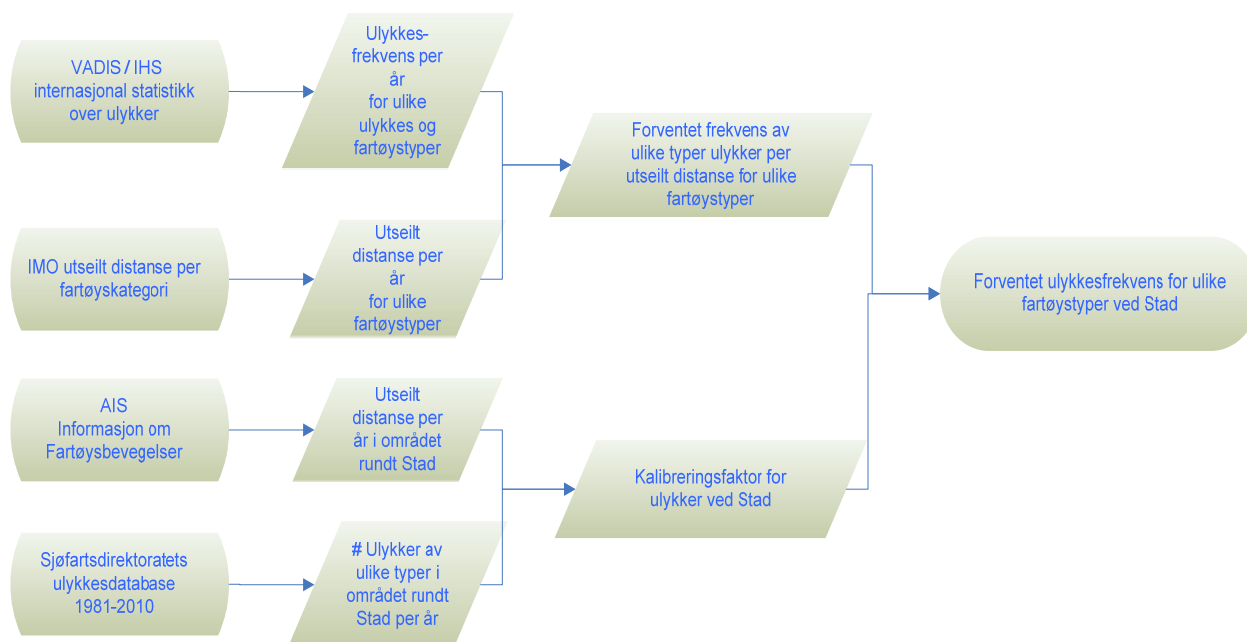
I analysen behandles ulykker knyttet til brann spesielt. Dette er en følge av de spesielle forholdene som knytter seg til brann i tunneler. Inngangsverdiene for estimering av ulykkesfrekvenser er basert på internasjonal statistikk fra IHS Fairplay Casualty database¹. Fra disse dataene estimeres ulykkesfrekvens ut fra ulykkeskategori, skipstype og antall skipsår, ref. /5/.

Ulykkesfrekvensen angitt som antall skipsår knyttes sammen estimert utseilt distanse per skipstype. Dette gir en basis ulykkesfrekvens per seilt nautisk mil. Antall seilte nautiske mil er estimert for hver skipstype basert på informasjon fra IMO (International Maritime Organization) ref. /10/. Resultatene fra denne delen av analysen gir et bilde på forventet antall ulykker per utseilt distanse for de ulike skipstypene.

De generelle grunnlagsdataene er kalibrert i forhold til Sjøfartsdirektoratets ulykkesdatabase for å være representative for området rundt Stad. For å kunne si noe spesifikt om risiko for fartøystrafikk forbi Stad kalibreres de internasjonale dataene mot norsk nasjonal statistikk fra Sjøfartsdirektoratet. Det forventede antall ulykker per utseilt distanse for ulike fartøystyper og fartøysklasser justeres dermed for å ta hensyn til de spesielle forholdene ved Stad.

Forventet antall ulykker for et område med tilsvarende trafikk tetthet som ved Stad estimeres ved å knytte ulykkesfrekvensene per utseilt distanse sammen med den aktuelle trafikken fra AIS analysen. Trafikktallene justeres med Kystverkets prognose for fartøystrafikk for å estimere forventet antall ulykker i prognoseåret 2025. Figur 1-2 gir en forenklet fremstilling av hvordan ulykkesfrekvensene for Stad fremkommer i DNVs beregningsmodell for fartøysrisiko ved Stad.

¹ IHS (Information Handling Services) er tidligere Lloyds Fairplay Casualty database

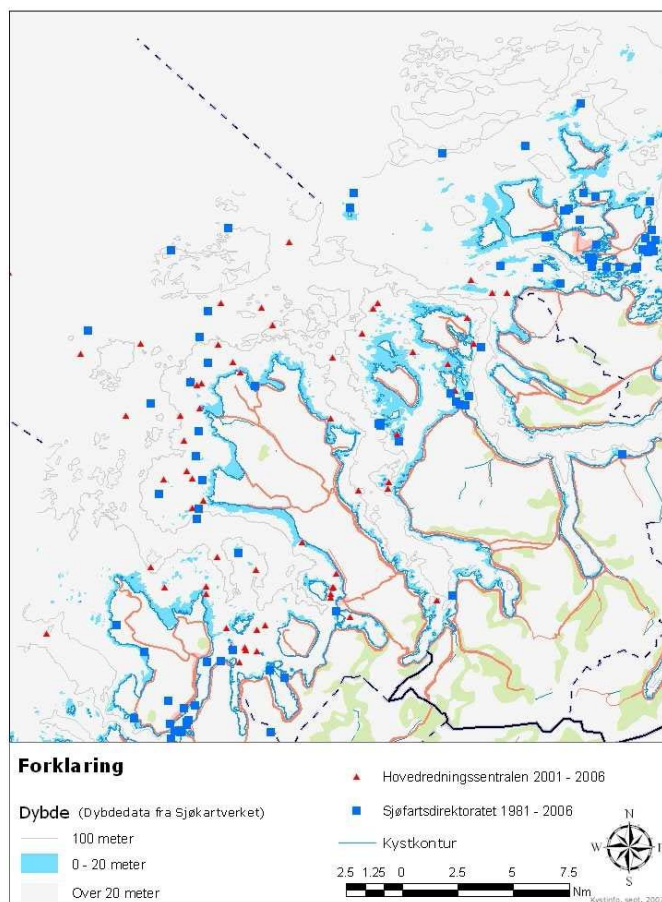


Figur 1-2 Beregningsmodell for estimering av usikkerhetsfrekvens for ulike fartøystyper

1.3.2.1 Underlag for kalibrering av ulykkesfrekvens.

Venteforholdene ved seiling inn og ut fra tunnelmunning vil kunne medføre økt risiko ut fra lav fart og avdrift pga vind. Trafikk, farled og iverksatte tiltak er vurdert i hvert område for å komme frem til dets representative ulykkeshyppighet (per nautisk mil) for ulykkeskategoriene.

Figur 1-3 viser sjøulykker og nestenulykker registrert av Sjøfartsdirektoratet og Hovedredningssentralen i området rundt Stad fra 1981-2008, ref./12/.



Figur 1-3 Sjøulykker og nestenulykker registrert av Sjøfartsdirektoratet og Hovedredningssentralen, ref./12/

Ulykkesdatabasen deler området rundt Stad inn i områdene Måløy-Stad og Stad-Ålesund. Fra 1981 til 2010 er det registrert 391 ulykker i et område på 50 nautiske mil rundt Stad². Av disse er 70 % registrert som grunnstøtinger, 24 % kollisjoner og 6 % strukturfeil/forlis³. Disse dataene sammen med utseilt distanse for området danner grunnlaget for utarbeidelse av ulykkesfrekvenser for seiling i området rundt Stad.

Ulykkesfrekvensene er kalibrert ut fra ulykker registrert i området rundt Stad i SDIR's ulykkesdatabase etter følgende formel:

$$F(i, k) = \frac{U_i}{S_k}$$

- F = Frekvens per nm per ulykkestype i området ved Stad
- U_i = Forventet antall ulykker pr år for ulykkestype, i
- S_k = Utseilt distanse i område, k

² I ref. /2/ er det de områdene som er kalt kystsegment 14 og 15, hver på 25 nautiske mil.

³ Strukturfeil/forlis er basert på ulykkeshendelser registrert som hardtværskade og stabilitetssvikt.

- i = ulykkestype [grunnstøting, kollisjon, strukturfeil]
- k = område på 50 nm rundt Stad som er samme eksponeringsområde for de valgte ulykkesdataene

Med beregnet total utseilt distanse i området: millioner nautiske mil [1,5 -1,8]) og ulykkesfrekvenser fra SDIR får vi

i	kollisjon	grunnstøting	strukturfeil
$F(i,k)$:	4,07E-06	5,71E-06	3,31E-06

Sammenligningen med internasjonal statistikk viser blant annet at det er langt flere ulykker per utseilt distanse langs fastlands-Norge. For området rundt Stad er følgende forhold mot generell internasjonal skipstrafikk identifisert:

- Antall grunnstøtinger per utseilt distanse er ca ti ganger høyere.
- Antall kollisjoner per utseilt distanse er ca dobbelt så høy
- Antall strukturfeil per utseilt distanse er mer enn ti ganger høyere

Hovedårsaken til denne sammenhengen er at Internasjonal statistikk inkluderer all internasjonal trafikk både i åpne og kystnære farvann, og at vi for Stad konsentrerer oss om kun kystnære farvann. Ved bruk av en skipstunnel kan fartøyene også oppleve kortere venting som følge av andre fartøy som skal benytte tunnelen. Utfordringer knyttet til venting og seiling inn og ut fra tunnelmunning vil påvirke sannsynlighet for hendelser som følge av trangt farvann, lav fart og følsomhet for avdrift pga vind. Trafikk, farled og iverksatte tiltak er vurdert i hvert område for å komme frem til dets representative ulykkeshyppighet (per nautisk mil) for ulykkeskategoriene. Forventet ulykkesfrekvens for Stad for hendelser med ulike fartøystyper og konsekvenser er beskrevet i kapittel 3.

1.3.2.2 Sannsynlighet for støt mot tunnelvegg

Det er i design av tunnelen forutsatt at fartøyene skal gå gjennom tunnelen for egen maskin og styres med eget utstyr. Det forutsettes også hastighetsbegrensninger i tunnelen.

Mulige årsaker til ulykkeshendelsen støt mot tunnelvegg kan være menneskelige feil, teknisk svikt forbundet med fartøyet (propulsjon/styring) eller eksterne forhold som påvirker fartøyet. Aktuelle eksterne faktorer inkluderer ekstraordinær strøm eller en gjenstand i propellen. Faktorer tilknyttet tunnelen kan være manglende belysning eller merking, samt kanaleffekter som fører til parallell nedsynking og styringsproblemer som kan føre til at fartøyet støter mot fenderverk langs tunnelveggen.

Det er av sikkerhetsmessig betydning at fartøy med høy motorkraft ikke gir for mye motorpådrag i tunnelen. I en relativt trang kanal eller tunnel kan større fartøy med stor maskinytelse i forhold til skipsstørrelse (f.eks. taubåter og trålere) få en tendens til halvplaning dersom pådraget er høyt. Fartøyet kan da legge seg over på siden og bli skadet eller skade tunnelveggen/ fenderne. Med det valgte forholdet mellom undervannstverrsnittsareal skip/tunnel på 0,3 for tunnel er det vurdert at manøvreringsproblemene ikke skal være særlig merkbare verken for fartøy av moderat størrelse eller noe større fartøy, mens en årvåken styring kreves av de største fartøyene.

For å kunne estimere sannsynligheten for kontakt med tunnelveggen (inkludert både betydelige og ubetydelige støt), er situasjonen sammenlignet med kollisjon med kai. Ettersom det ikke foreligger statistikk for skipstunnel er denne situasjonen benyttet som underlag, da utfordringer knyttet til passering av skipstunnelen inkludert inn og utseiling av tunnelen har sammenlignbare manøvreringsmessige utfordringer. Det er et trangt farvann, en kan være utsatt for strøm og vind i spesielt i forbindelse med inn og utseiling. Det vil være nærhet til hindringer som skal passeres i relativt stor nærhet, og det vil være relativt grunt farvann. Ulykkesfrekvens er estimert på tilsvarende måte som beskrevet under redegjørelse for grunnstøting kollisjon og forlis/strukturfeil. Kollisjon med kai er som oftest forårsaket av følgende årsaker:

- Maskinhavari fører til at fartøyet driver inn i konstruksjonen
- Menneskelig svikt (inkludert uoppmerksomhet) fører til at man mister kontroll

Det finnes ingen erfaring med bruk av skipstunnel, og det er stor usikkerhet rundt risikobildet. Støt mot tunnelvegg er vurdert å være lik eller høyere sammenlignet med kollisjon med kai, fordi man har mindre plass til rådighet. I tillegg er det vurdert å være høyere sannsynlighet for at de største skipene vil støte i fenderarrangement fordi de vil benytte store deler av tunnelbredden. Total sannsynlighet for kontakt med tunnelvegg er estimert som følger:

$$F_{\text{Støt mot tunnelvegg}} \approx F_{\text{Kollisjon med kai}} \approx 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ [per anløp/passering gjennom tunnel]}$$

1.3.2.3 Sannsynlighet for brann og eksplosjon i tunnel

Analysen av brann og eksplosjonsrisiko er basert på tidligere analyse i ref. /7/. Mens et fartøy er på vei gjennom tunnelen er en ulykkeshendelse med brann eller eksplosjon delt inn i 3 kategorier:

- Brann i maskinrom
- Brann i innredning
- Brann i last

Med nautisk mil (nm) som eksponeringsenhet er frekvens for brann i tunnel som presentert i tabellen under. Mer detaljer rundt brannrisiko

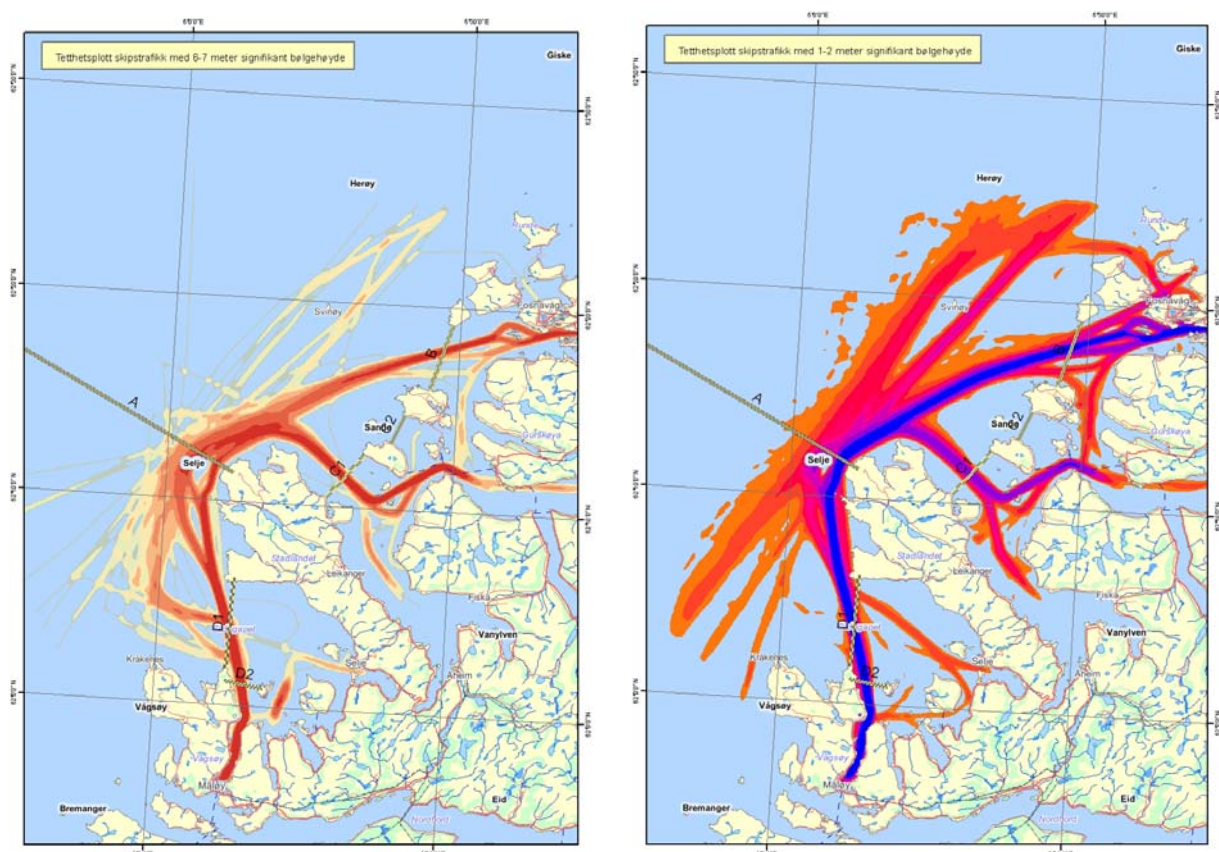
Tabell 1-2 Brannfrekvenser med nautisk mil som eksponeringsenhet, ref. /7/

Type fartøy	Maskinbrann per nm	Brann i last per nm	Brann i innredning per nm
Fiskefartøy	$1,60 \cdot 10^{-7}$	$8,38 \cdot 10^{-8}$	$2,67 \cdot 10^{-8}$
Fraktfartøy	$2,91 \cdot 10^{-7}$	$1,52 \cdot 10^{-7}$	$4,85 \cdot 10^{-8}$
Servicefartøy	$1,20 \cdot 10^{-9}$	$2,11 \cdot 10^{-8}$	$6,71 \cdot 10^{-9}$
Passasjerskip	$1,41 \cdot 10^{-7}$	$2,58 \cdot 10^{-8}$	$8,20 \cdot 10^{-9}$
Annet	$1,43 \cdot 10^{-8}$	$7,50 \cdot 10^{-9}$	$2,39 \cdot 10^{-9}$

2 BAKGRUNNS INFORMASJON

2.1 Oversiktskart

Det geografiske området studien omfatter er angitt i Figur 2-1 som viser trafikk tetthet hentet fra AIS-data for passering av Stad ved 6-7 meter bølgehøyde til venstre og ved 1-2 meter bølgehøyde til høyre.

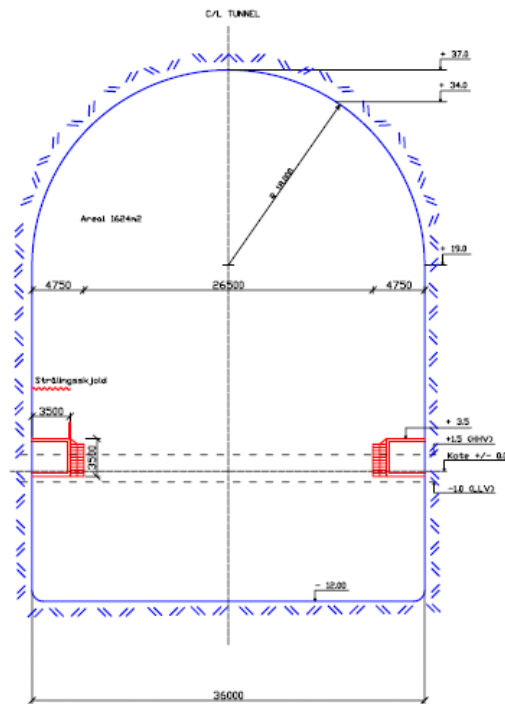


Figur 2-1 Trafikktetthetsplot ved Stad ved henholdsvis 6-7 meter bølgehøyde(venstre) og 1-2 meter bølgehøyde(høyre). Linjene i kartet (A, B, C1, C2, D1, D2) angir tellelinjer for fartøypasseringer.

2.2 Tunnelalternativer

Stor tunnel

Figur 2-2 viser tunnelverrsnittet med foreslåtte dimensjoner. For mer detaljer angående fenderarrangement vennligst se ref. /1/.

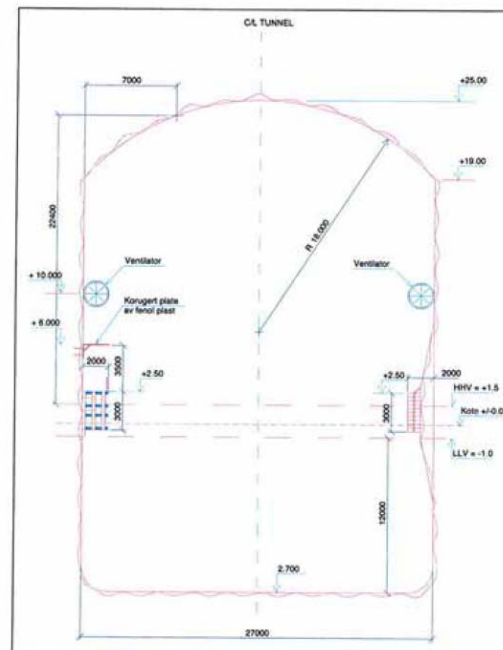


Figur 2-2 Tunnelverrsnitt Stor Tunnel

Tunnelen er dimensjonert etter Hurtigruta og måler 37 meter i høyde og har en seilingsbredde på 26,5 meter.

Liten tunnel

Figur 2-3 viser tunnelverrsnittet med foreslåtte dimensjoner. For mer detaljer angående fenderarrangement vennligst se ref. /1/



Figur 2-3 Tunneltverrsnitt Liten Tunnel

Alternativ med liten tunnel høyde på vil ha en seilingsbredde på 23 meter og seilingshøyde på 22 meter. Tunnelen er dimensjonert for å gi plass til;

- Ringnottråler med bredde/dybde under vann på henholdsvis 13m og 8 m
- Fraktestortør (Fryseskip) med bredde/dybde under vann på henholdsvis 18m og 6 m

2.3 Fartøystrafikk forbi Stad

På bakgrunn av AIS (Automatisk Identifikasjons System) registreringer fra 2008 til 2010 gitt av Kystverket og beskrevet i ref. /11/ og prognoser for 2025 presentert i tabellene under.

Tabell 2-1 Trafikktall for 2009/2010 (stor tunnel)

Skipstype	Krysning av tellelinje A + B,C,D						
	< >	< 1000	1000 - 2500	2500 - 5000	5000-10000	10000 - 24999	Total
Oljetankere		33	199	201			433
Kjemikalie-/produkttankere		133	267	59	18		477
Gasstankere			308	1			309
Bulkskip		94	125	119			338
Stykkgodsskip		830	3102	1079	54		5065
Konteinerskip					170		170
Ro Ro last		47	24	360	4		435
Kjøle-/fryseskip		1	85	626	69		781
Passasjer		65	124	151	163	939	1442
Offshore supply skip		6	53	257	30		346
Andre offshore service skip		1		16	2		19
Andre aktiviteter		2174	324	28	13		2539
Fiskefartøyer		3080	1712	199			4991
Ukjent	220						220
Total	220	6464	6323	3096	523	939	17565

Tabell 2-2 Trafikktall for 2009/2010 (liten tunnel)

Skipstype	Krysning av tellelinje A + B,C,D						
	< >	< 1000	1000 - 2500	2500 - 5000	5000-10000	10000 - 24999	Total
Oljetankere		33	199	201	0	0	433
Kjemikalie-/produkttankere		133	267	59	0	0	459
Gasstankere			308	1	0	0	309
Bulkskip		94	125	119	0	0	338
Stykkgodsskip		830	3102	972	0	0	4904
Konteinerskip					0	0	0
Ro Ro last		47	24	360	0	0	431
Kjøle-/fryseskip		1	85		0	0	86
Passasjer		65	124	149	0	0	338
Offshore supply skip		6	53		0	0	59
Andre offshore service skip		1			0	0	1
Andre aktiviteter		2174	324	8	0	0	2506
Fiskefartøyer		3080	1708	199	0	0	4987
Ukjent	220						220
Total	220	6464	6319	2068	0	0	15071

Tabell 2-3 Trafikktall for 2025 (stor tunnel)

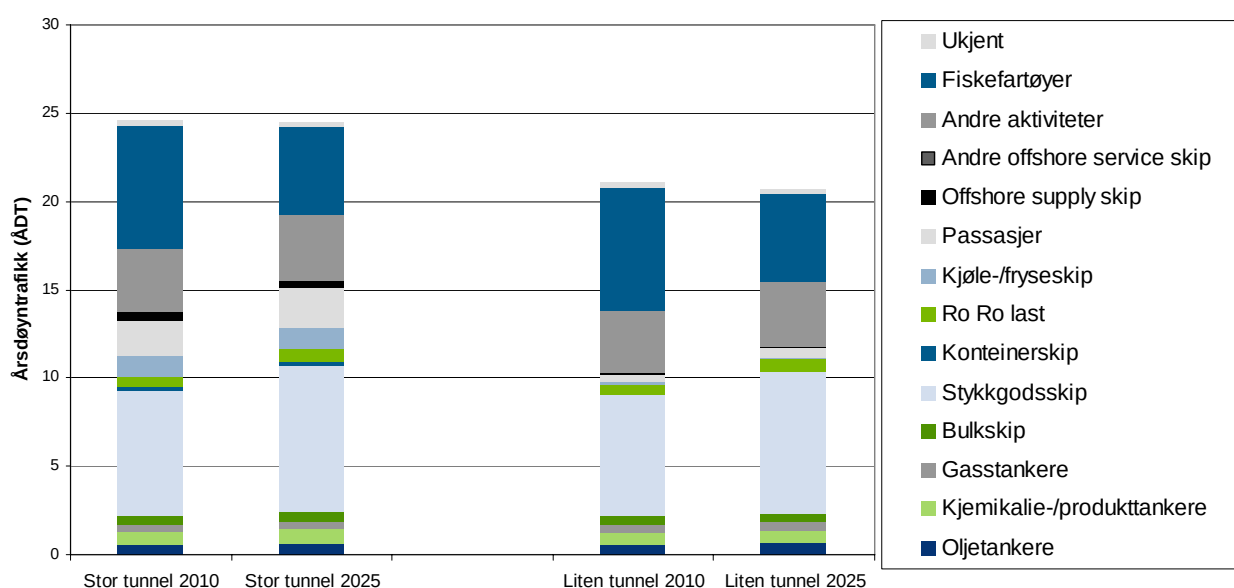
Skipstype	Krysning av tellelinje A + B,C,D						
	< >	< 1000	1000 - 2500	2500 - 5000	5000-10000	10000 - 24999	Total
Oljetankere		35	215	217	-	-	467
Kjemikalie-/produkttankere		154	310	68	21	-	553
Gasstankere		-	308	1	-	-	309
Bulkskip		109	145	138	-	-	392
Stykkgodsskip		963	3 598	1 252	63	-	5 875
Konteinerskip		-	-	-	197	-	197
Ro Ro last		55	28	418	5	-	505
Kjøle-/fryseskip		1	99	726	80	-	906
Passasjer		72	138	168	181	1 042	1 601
Offshore supply skip		5	42	206	24	-	277
Andre offshore service skip		1	-	13	2	-	16
Andre aktiviteter		2 283	340	29	9	-	2 662
Fiskefartøyer		2 187	1 216	141			3 544
Ukjent	220						220
Total	220	5 864	6 438	3 377	582	1 042	17 523

Tabell 2-4 Trafikktall for 2025 (liten tunnel)

Skipstype	Krysning av tellelinje A + B,C,D						
	< >	< 1000	1000 - 2500	2500 - 5000	5000-10000	10000 - 24999	Total
Oljetankere		35	215	217		0	467
Kjemikalie-/produkttankere		154	310	68		0	532
Gasstankere		-	308	1		0	309
Bulkskip		109	145	138		0	392
Stykkgodsskip		963	3 598	1 128		0	5 689
Konteinerskip		-	-	-		0	-
Ro Ro last		55	28	418		0	500
Kjøle-/fryseskip		1	99	-		0	100
Passasjer		72	138	165		0	375
Offshore supply skip		5	42	-		0	47
Andre offshore service skip		1	-	-		0	1
Andre aktiviteter		2 283	340	8		0	2 631
Fiskefartøyer		2 187	1 213	141		0	3 541
Ukjent	220						220
Total	220	5 864	6 435	2 285		0	14 804

2.3.1 Årsdøgns trafikk (ÅDT) for Stad skipstunnel

I figuren under er årsdøgns trafikk presentert for de ulike skipskategoriene som er vurdert i denne analysen.



Figur 2-4 Estimert årsdøgns trafikk for Stad skipstunnel



Ut fra AIS trafikk i området rundt Stad er vil ÅDT for stor tunnelalternativ være ca 25 passeringer, mens det med liten tunnel vil være ca 21 passeringer gjennom tunnelen per døgn.

3 RISIKOBeregninger

I det følgende er estimert risikoforbundet med bruk av Stad skipstunnel beregnet for personell og miljø. Risikoen er beregnet for følgende ulykkestyper:

- Brann
- Grunnstøting
- Kollisjon/støt mot tunnelvegg
- Forlis/strukturfeil

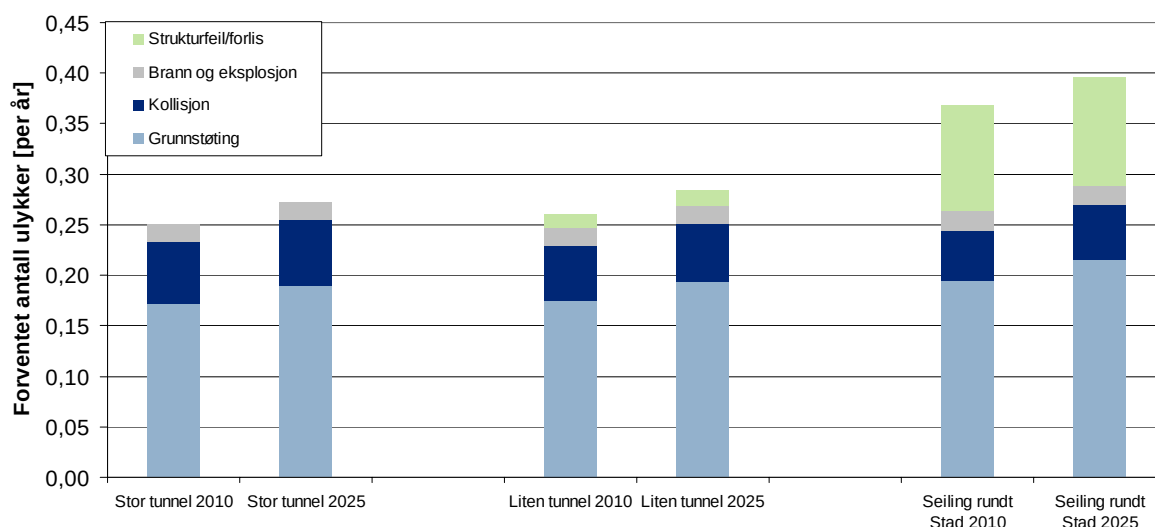
De forskjellige ulykkeskategoriene er i denne rapporten oppdatert med frekvenser og vurdering av faktorer som kan ha innvirkning på risikobildet i området rundt Stad. Kapitlene under presenterer resultatene etter sammenstilling av de statistiske dataene og kalibrering for forholdene ved Stad slik det presenteres i kapittel 0.

3.1 Forventet antall ulykker for seiling rundt Stad og i tunnel

Forventet antall ulykker per år er vist i tabell 3-1. Tabellen er illustrert i Figur 3-1.

Tabell 3-1 Forventet antall ulykker per år

Ulykkeskategori	Ingen tunnel		Liten tunnel		Stor tunnel	
	2010	2025	2010	2025	2010	2025
Brann	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Grunnstøting	0,20	0,22	0,17	0,19	0,17	0,19
Kollisjon	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07
Forlis	0,11	0,11	0,01	0,02	Negl.	Negl.
Sum	0,37	0,40	0,26	0,28	0,25	0,27



Figur 3-1 Forventet antall ulykker per år

Ulykkesfrekvensen for de to tunnelalternativene domineres av grunnstøting og kollisjon med støt i tunnel vegg. En ulykkesfrekvens på 0,3 betyr en forventet ulykke hvert tredje år basert på trafikkmønsteret antatt i denne analysen.

- Grunnstøting står for hovedbidraget til ulykker.
- Det er forventet et større bidrag fra kollisjoner/støt mot tunnelvegg ved bruk av tunnel.
- Frekvensen for brann er lav og bidrar lite til den totale ulykkesfrekvensen. For risikovurderingene av brann er beregningene fra ref. /1/ videreført i denne oppdateringen.
- Ulykkeshendelsen forlis har neglisjerbart bidrag for seiling innaskjærs. Årsaken til dette er at det er antatt at fartøyene som ikke benytter tunnelen er så store at de er mindre påvirket av vær og vind enn f. eks fiskefartøy og hurtigbåter. Ser man på ulykkesstatistikken for forlis rundt Stad ref. /8/ er den dominert av fiskefartøy og mindre fraktesfartøy, og disse er antatt til å benytte tunnelen. Det er verdt å bemerke at andelen forlis ved bruk av liten tunnel er bidrag fra de skipene som ikke kan benytte tunnelen ved liten tunnelalternativ og dermed må gå rundt Stad.

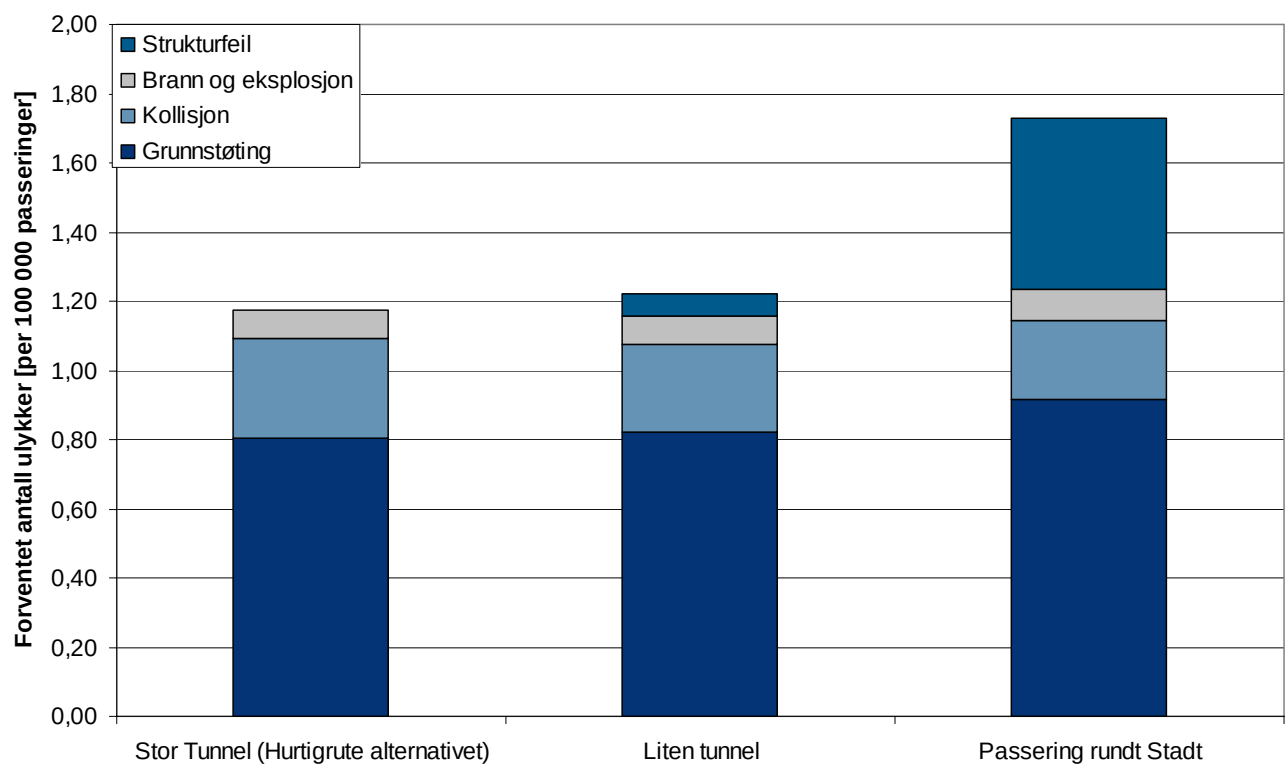
Det finnes veldig lite erfaring med bruk av skipstunnel, og det er stor usikkerhet rundt vurderingene med sammenligning av søt mot kai. For å kunne redusere usikkerheten vil testing i modelltank være betydningsfullt for å kunne få klarhet i hvilke krefter en kan forvente på skip og fenderarrangement, effekt av den fortrenkte vannmengde fra skipet, strømforhold i tunnelen samt eksos og lyd for praktisk bruk av en skipstunnel.

I tabellen under er forventet antall ulykker vist per 100 000 passeringer.

Tabell 3-2 Forventet antall ulykker per 100 000 passeringer

Ulykkeskategori	Ingen tunnel	Liten tunnel	Stor tunnel
Brann	0,09	0,08	0,08
Grunnstøting	0,92	0,82	0,81
Kollisjon	0,23	0,25	0,29
Forlis	0,494	0,065	Neglisjerbar
Sum	1,73	1,22	1,18

Forventet antall ulykker per 100 000 passering er presentert i **Figur 3-2**.

**Figur 3-2 Forventet antall ulykker per 100 000 passering**

3.2 Personrisiko

Personellrisiko er estimert for 3 faser:

1. Innseiling/utseiling til tunnel
2. Seiling gjennom tunnel og
3. Seiling rundt Stad

Konsekvensen av de forskjellige ulykkeshendelsene som kan skje i forbindelse med seilas under en av fasene er oppsummert. Sammen med frekvens- og sannsynlighetsberegningene danner konsekvensberegningene grunnlaget for å vurdere risikoen for Stad tunnelalternativene. Konsekvensene som presenteres her må ses i sammenheng med frekvensene.

Støt mot tunnelveggene er ikke vurdert til å medføre omkomne ombord på skip p.g.a. fending. For fritidsbåter representerer støt med tunnelvegg ikke større konsekvens enn vanlig støt mot kai.

Grunnstøting under inn- og utseiling har konsekvenser som for kystfart generelt. Sannsynligheten for at en grunnstøting vil resultere i omkomne er vurdert til 0,001 og 0,020 per hendelse for henholdsvis lastebåter og hurtigbåter/passasjerskip. Den betydelig høyere sannsynligheten for hurtigbåter/passasjerskip skyldes et større antall mennesker ombord. Sannsynligheten for omkomne øker betraktelig i åpent og utsatt farvann, som rundt Stad. Dette kommer av at sannsynligheten for hendelser med alvorlige konsekvenser, slik som strukturfeil og forlis er vesentlig høyere ved passering rundt Stad.

Som følge av hastighetsbegrensingene i skipstunnelen forventes kollisjoner i tunnelen kun å ha begrensede konsekvenser. Kun kollisjon med hurtigbåt/passasjerskip er vurdert å kunne føre til omkomne. Kollisjon utenfor tunnelen kan forventes å ha konsekvenser som for kysttrafikk generelt. Sannsynligheten for at en kollisjon vil resultere i omkomne er vurdert til 0,02 og 0,04 per hendelse for henholdsvis lastebåter og hurtigbåter/passasjerskip. En kollisjon som penetrerer skipssida ved bunkerstanken kan gi utslipp av bunkers.

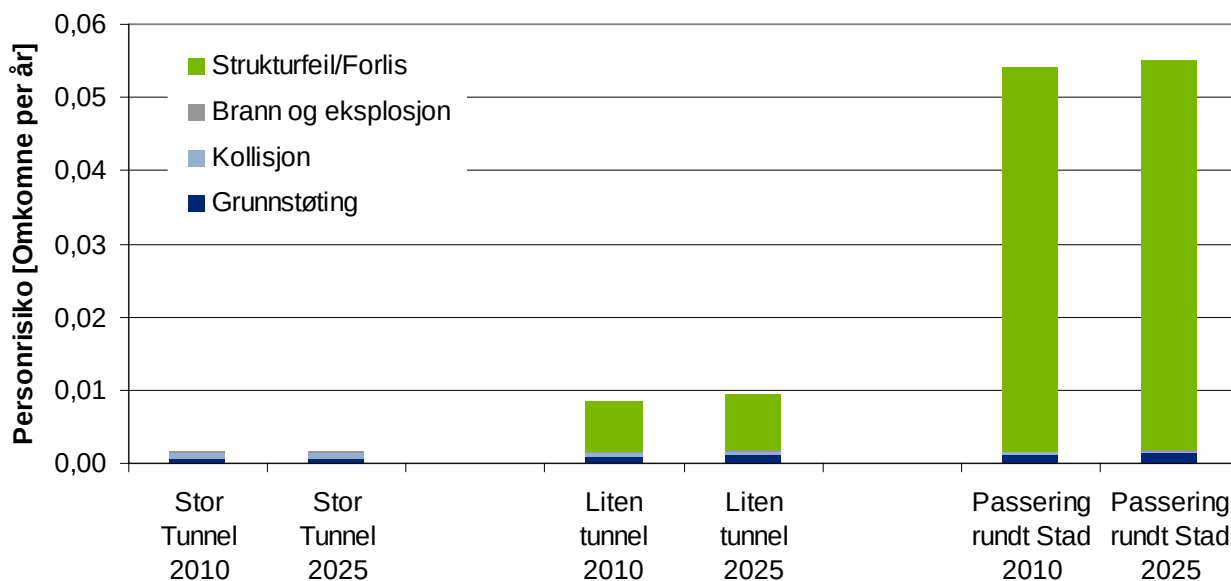
Brann/eksplosjon vil ha større konsekvens i tunnelen enn utenfor. Dette er særlig aktuelt for hurtigbåter, og skyldes i hovedsak to forhold:

- Det kan ta lenger tid før båten blir evakuert, den må inn til siden eller vil kjøre ut av tunnelen, og ofte vil bare en utgang fra båten bli benyttet. Mange passasjerer vil da kunne omkomme grunnet røykforgiftning inne i fartøyet.
- Evakuering i røykens trekkretning kan gi omkomne p.g.a. røyknedslag i tunnelen.

Utenfor tunnelen er konsekvensen av brann/eksplosjon som for annen kysttrafikk.

I tilfelle mann over bord er frekvensene vurdert høyere mens konsekvens er vurdert mindre alvorlig i tunnelen enn for vanlig kysttrafikk. Resultatet er tilnærmet lik iht risiko. Ulykker med skip som seiler rundt Stad og havarerer som følge av vannfylling eller manglende stabilitet i dårlig vær fører ofte til omkomne. I gjennomsnitt omkommer en person per ulykke.

Risikoberegninger per år er oppsummert i tabellen nedenfor. Personrisiko er beregnet basert på konsekvens som antatt i ref. /1/.



Figur 3-3 Forventet antall omkomne per år med og uten skipstunnel

Tabell 3-3 Forventet antall omkomne per år med og uten skipstunnel

Per år	Ingen tunnel		Liten tunnel		Stor tunnel	
Ulykkeskategori	2010	2025	2010	2025	2010	2025
Brann	7,6E-05	7,5E-05	2,1E-04	2,0E-04	2,3E-04	2,3E-04
Grunnstøting	1,3E-03	1,4E-03	9,8E-04	1,1E-03	7,1E-04	7,9E-04
Kollisjon	3,0E-04	3,4E-04	5,0E-04	5,1E-04	6,0E-04	6,3E-04
Forlis	5,3E-02	5,3E-02	6,9E-03	7,8E-03	0,0E+00	0,0E+00
Sum	5,4E-02	5,5E-02	8,6E-03	9,6E-03	1,5E-03	1,6E-03

Personrisikoen for grunnstøting og forlis inne i skipstunnelen er neglisjerbar og gir ikke utslag i beregningene. Den totale årlige personrisikoen er antatt å være lav for begge tunnelalternativene, men liten tunnel bidrar mindre med reduksjon av risiko enn stor tunnel som følge av at skip som kan gå innaskjærs med stor tunnel da må gå rundt Stad. Forlis dominerer personrisikoen rundt Stad. Grunnen til dette er høyere fatalitetsrate ved forlis. Personrisikoen er beregnet basert på ulykkesstatistikk fra 1983 til 2010, fra området Måløy - Stad og Stad - Ålesund. De ulykkene som ikke er lokalisert ved Stad området er utelukket. Det er bare for passeringer rundt Stad at forlis innebærer en kvantifiserbar risiko, for passering via tunnelen er risikoen neglisjerbar. Videre viser den beregnede risikoen at det er liten risikoøkning frem mot 2025 ut fra de prognosene som er benyttet, se Tabell 1-1.

Utdrag fra SDIRs ulykkesdatabase, ref. /8/ viser at det ikke har omkommet noen ved passering rundt Stad siden 1984, da det omkom 2 personer. Året før, i 1983, omkom til sammen 5 personer i 3 forskjellige forlis. Fra 1983 til 2010 er det registrert 6 forlis på denne strekningen og det siste

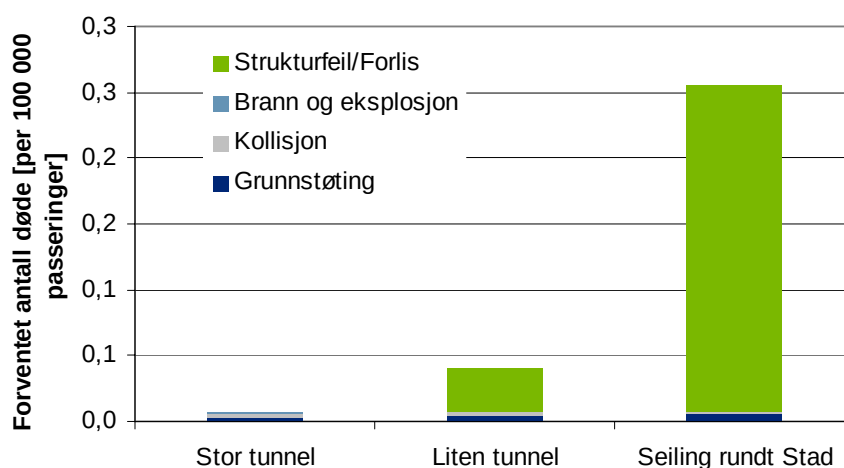
forliset var i 1994. Tall fra databasen viser at det er registrert en del forlis de siste 25 årene nord for Stad. Disse forlisene er ikke tatt med i beregningene fordi de uansett ikke ville vært påvirket av om skipstunnelen eksisterte eller ikke. Selv om det ikke er registrert forlis rundt Stad de siste 15 årene, betyr ikke dette at det ikke vil forekomme forlis i fremtiden. Tallene fra SDIRs ulykkesdatabase gir 0,1 omkomne per år for de siste 27 årene, men ingen omkomne de siste 24 år. Det er dette som ligger til grunn for risikoberegningene. Betraktingen er antatt å være konservativ.

Risikoberegninger for antall omkomne per 100 000 passeringer er oppsummert i **Tabell 3-4** og er et snitt for alle fartøystyper.

Tabell 3-4 Forventet antall omkomne per 100 000 passeringer

Ulykkeskategori	Ingen tunnel	Liten tunnel	Stor Tunnel
Brann	3,5E-04	9,7E-04	1,1E-03
Grunnstøting	5,9E-03	4,6E-03	3,4E-03
Kollisjon	1,4E-03	2,3E-03	2,8E-03
Strukturfeil/Forlis	2,5E-01	3,3E-02	Neglisjerbar
Sum	2,5E-01	4,1E-02	7,3E-03

Figur 3-4 viser grafisk forventet antall omkomne per 100 000 passeringer



Figur 3-4 Forventet antall omkomne per 100 000 passeringer

I figuren ser vi at risikoeffekt av skipstunnel øker når antall passeringer øker. Differansen i risiko ved de to tunnelalternativene består av valg av liten tunnel må en del skip fortsatt passere Stad og dermed medføre høyere risiko ved økt antall passeringer. Risikonivået for dagens situasjon med forseiling rundt Stad er vurdert til å reduseres med 90 % sammenlignet med tunnelalternativ med stor tunnel (Hurtigrute alternativet). Dette er på grunn av bidrag i risiko fra forlis ved seiling rundt Stad. Risikobidraget fra brann og kollisjonshendelser, er estimert til å være lavere ved passering rundt Stad. Det økte bidrag fra brann og kollisjon med tunnel kommer fra hendelser i tunnelen, henholdsvis brann i tunnel og støt med tunnelvegg.

3.2.1 Tiltak med trafikkseparasjonssystem (TSS)

Ved trafikkseparering blir skipstrafikken i skipsleden fysisk separert og trafikken i hver retning må seile i spesifikke og forskjellige korridorer. Korridorene er atskilt med en midtlinje, evt. merket med bøyer, eller med et "ingenmannsland" mellom separasjonssonene for å ytterligere skille trafikken. Skipene vil måtte krysse leden på veg inn til eller ut av havner, og medfører da forstyrrelser i trafikkmønsteret og økt kollisjonsrisiko. IMO godkjente i desember 2010 det norske forslaget der alle tankskip og lasteskip på 5000 bruttotonn eller mer, som er i internasjonal fart, skal gå i en ny led ved seiling langs Norskekysten. Effekten av innføring av trafikkseparasjonssystem er vurdert kvantitativt i ref./2/. For risikoanalysen av Stad skipstunnel vil trafikken som forventes å benytte tunnelen primært være trafikk som seiler i nasjonal fart og ikke omfattes av TSS, ref. /11/. Videreføringen av trafikkseparasjonssystem fra Røst til Utsira vil derfor ikke påvirke risikobildet for trafikken som er antatt å benytte Stad skipstunnel.

3.3 Brann i tunnel

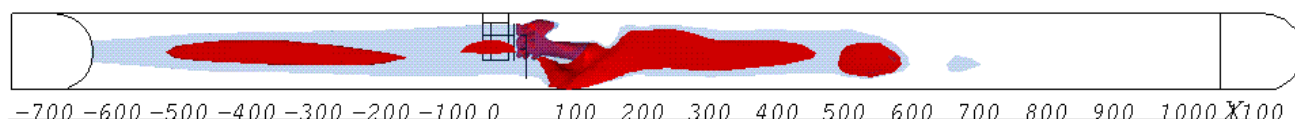
Det er foretatt detaljerte brannberegninger av brann i en hurtigbåt i Stad tunnelen i ref. /7/ og resultatene er oppsummert i det følgende. Brannen foregår i maskinrommet og det er forutsatt at den bygger seg opp til maksimal størrelse i løpet av 5 minutter. I denne analysen er 10 og 100 MW branner beregnet. Videre er forskjellige trekkhastigheter, trekkretninger og effekten av impulsvisiter og sjakter undersøkt. Følgende hovedkonklusjoner kan trekkes av resultatene:

- Dersom et strålingsvern settes opp over rømningsveiene kan man rømme både mot og med trekkretningen i tunnelen uten at livstruende situasjoner forekommer. Dette gjelder når man er i sikker avstand fra den brennende båten. Årsaken til at rømningen ikke blir livstruende er det store tunneltverrsnittet.
- Resultatene viser at når rømning foregår i samme retning som trekket i tunnelen vil stråling være den mest kritiske konsekvensen (se tabell 3-5 og Figur 3-5). Ved trekkhastighet opp til 5 m/s vil strålingsnivået på rømningsveien være omkring 2 kW/m^2 i tiden etter 10 minutter fra brannstart.
- Ved rømning nedvind brannen vil røyk kun forårsake problem ved trekkhastighet større enn 5 m/s. Røykkonsentrasjonen kommer opp i omkring 1 % etter 10 minutter ved 8 m/s naturlig trekk (Figur 3-6). Giftig røyk med konsentrasjon høyere enn 5 % er ikke oppnådd for noen av scenariene.
- Når rømning foregår mot trekkretningen vil man ikke ha problem med røyk for noen av vindhastighetene. Stråling kan komme opp i 1 kW/m^2 etter omkring 10 minutter ved lav og middels vind (se Figur 3-5). Ved disse lave trekkhastighetene vil varm røyk gå opp mot vinden og forårsake denne strålingen.
- Det er funnet at en 100 MW brann vil skape problemer for evakuering mens det ved en 10 MW brann ikke vil være nevneverdige problemer. Ved en typisk trekkhastighet på 5 m/s vil røykkonsentrasjon som gir 10 meter sikt ved en 100 MW brann nå ned til rømningsveien langs deler av tunnelen nedvinds brannen, mens ved en 10 MW brann vil kun et lite område fra 100 til 150 meter nedvinds brannen ha kortere sikt enn 10 m (se Figur 3-7). Også for 100 MW brannen vil giftighetsgrensen på 5 % røyk nås i et nivå på omkring 10 m over vannspeilet. Ved en 10 MW brann vil denne giftighetsgrensen ikke nås.

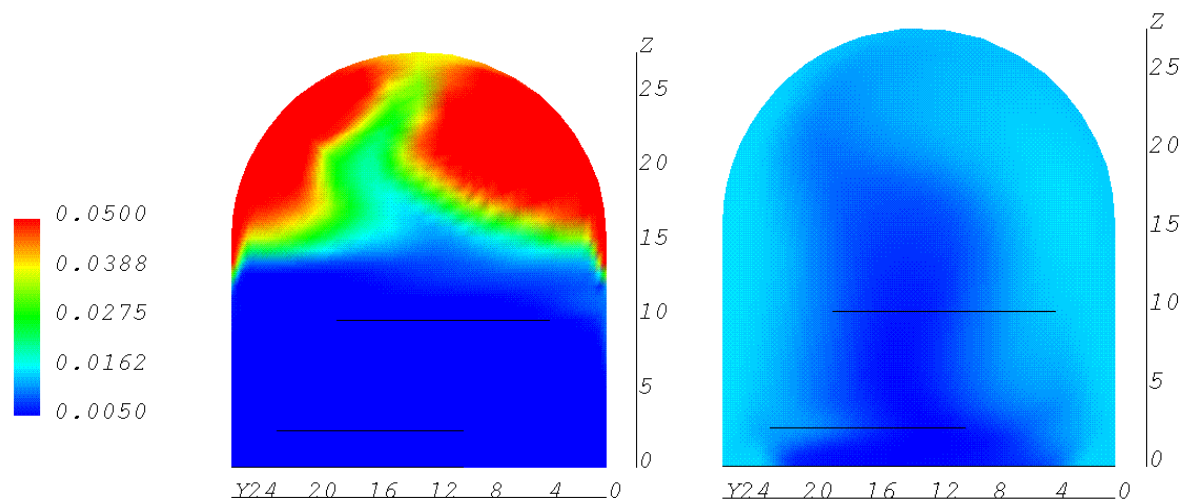
- Effekten av sjakter viser seg å generelt forbedre røykkonsentrasjonen ved høy vind i tunnelen (se Figur 3-8).
- Effekten av impulsvifter er kun undersøkt ved lav vind hvor trekkhastigheten er økt fra 2,5 til 5 m/s ved hjelp av impulsvifter. Resultater viser at effekten av impulsvifter er liten, og den er ikke funnet å kunne snu røyk som går mot vinden. Dersom viftene er så kraftige at de kan sette opp en vindhastighet over 7 m/s, vil sannsynligvis røyken snus og man vil få en situasjon som ved trekkhastighet 8 m/s. Den kraftige strålingen vil da forsvinne, men røyken vil slå ned bak båten.
- Strålingsnivået i en avstand 25m fra brannen vil være 4-6 kW/m². Skipets overbygg vil skjerme noe mot strålingen fra brannen.

Tabell 3-5 Sammendrag av resultater fra brannberegninger, 100 MW brann.

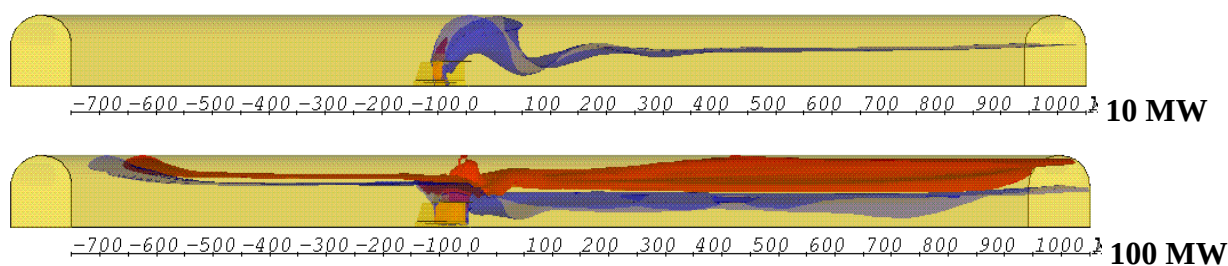
Trekkhastighet (m/s)	Ventilasjon	Plassering	Typisk røykkonsentrasjon på rømningsvei		Typisk strålingsnivå på rømningsvei	
			5 min	10 min	5 min	10 min
2,5	Naturlig	Nedvind brannen	0,05%	0,03%	0	2 kW/m ²
5	Naturlig		0,5%	0,2%	0	2 kW/m ²
8	Naturlig		1%	1 %	0	0
2,5	Naturlig	Oppvind brannen	0	0	0	1 kW/m ²
5	Naturlig		0	0	0	1 kW/m ²
8	Naturlig		0	0	0	0
8	Sjakter	Nedvind	0,5%	1,5%	0	0
2,5 og 5	Impulsvifter	Nedvind	0,03%	0,08%	0	2 kW/m ²



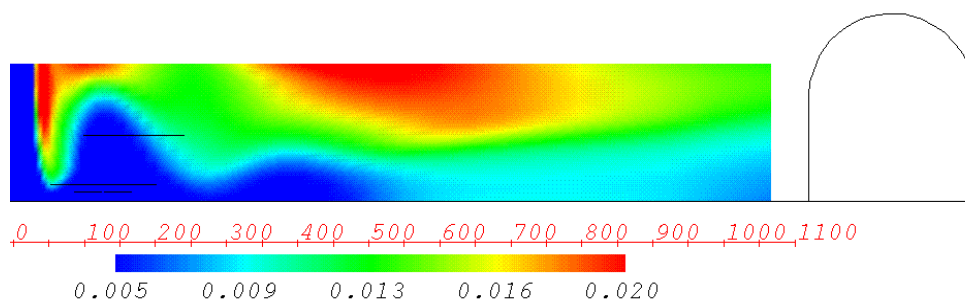
Figur 3-5 Tunnellen sett ovenfra som viser plott av overflater med konstant temperatur, 10 minutter etter brannstart. Disse temperaturnivåene gir strålingsnivå lik 2 kW/m² på rømningsveien dersom 2/3 (rød) eller hele himlingen (blå) dekkes: Rød sky, 320°C; blå sky, 290°C. Scenario 4: Brannstørrelse, 100MW; ventilasjonskonsept, kun naturlig; trekkretning, mot høyre; initiell vindhastighet i tunnel, 5 m/s.



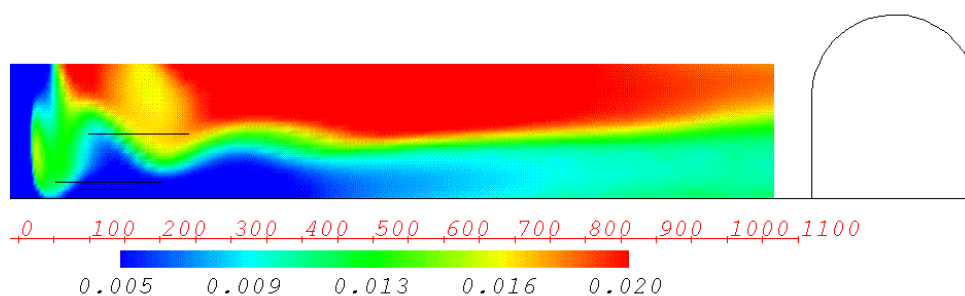
Figur 3-6 Konturplott av røykkonsentrasjon 10 min etter brannstart, 700 m nedvind brannen for 5 (til venstre) og 8 m/s trekkhastighet.



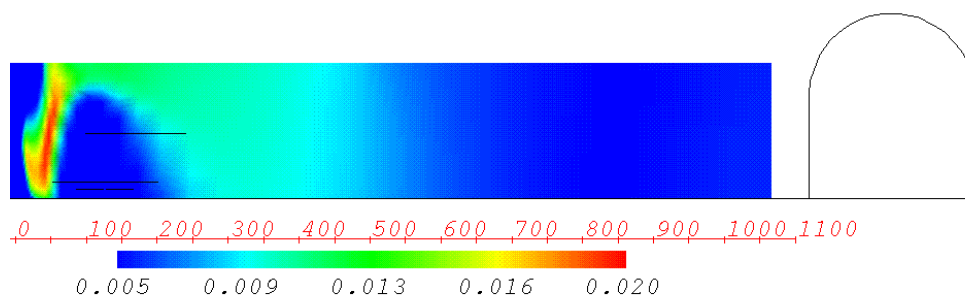
Figur 3-7 Røykutvikling etter 10 minutter for 10 og 100 MW brann. Blå overflate, 10 m sikt; rød, 1 m sikt. Trekkretning, mot høyre; trekkhastighet, 5 m/s.



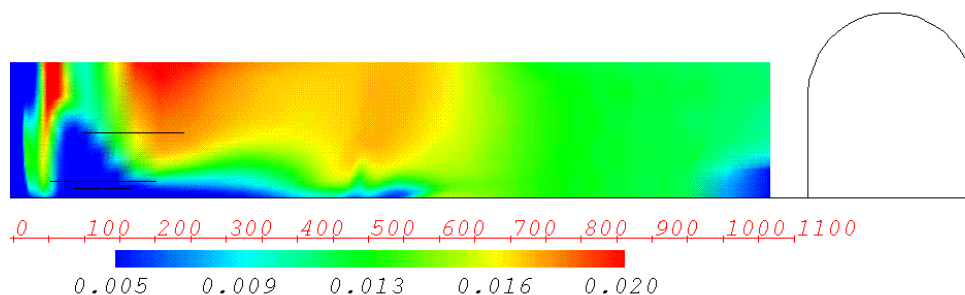
5 min. u. sjakter



10 min. u. sjakter



5 min. m. sjakter



10 min m. sjakter

Figur 3-8 Konturer av røykkonsentrasjonen i et vertikalt plan som går gjennom rømningsveien nedvinds brannen. Brannen foregår ved $x=0$, trekkretning mot høyre. Fargekoden viser massekonsentrasjonen med røyk. Sammenligner scenarier med og uten sjakter. Trekkhastighet, 8 m/s; sjaktvifter starter 2 min etter brann; kapasitet sjaktvifter, 1000 m³/s pr. sjakt.

3.3.1 Anbefalinger knyttet til brann i tunnel

- Det anbefales å benytte åpne rømningsveier på hver side av tunnelen med strålingsvern over.
- Dersom det er fare for en overtent brann anbefales det at fartøyet fortøyer inne i tunnelen og man foretar rømning langs rømningsveiene. Fortøyning bør foretas på motsatt side som brannen foregår.
- Det er ikke nødvendig med ekstra brannventilasjon i form av sjakter. Det anbefales at impulsvisfiter langs tunnelveggene dimensjoneres til å sette opp en trekkhastighet på over 2,5 m/s ved ingen naturlig ventilasjon.
- Dersom et mindre tverrsnitt velges, anbefales det å foreta nye beregninger av røyk og stråling. Bruk av ventilasjonssjakter og lukkede rømningstunneler bør da vurderes.

3.4 Miljørisiko

Det er i dette kapittelet analysert hvilke sårbare naturressurser som vil kunne bli eksponert ved et eventuelt skipsuhell, med og uten bygging av skipstunnel. Kapittelet gir en oversikt over hvilke marine naturtyper og vernede områder (Figur 3-9) og hvilke MOB (Modell for å prioriterte tiltak imellom ulike miljørårbare områder ved akutt forurensning Figur 3-10-Figur 3-12) som finnes i analyseområdet. Kartanalysens influensområde er valgt ut fra erfaringsvis overordnet oljedrift nordover grunnet kyststrømmen.

Forventet utslipp av miljøfarlige substanser med og uten tunnel er estimert basert på forventet antall hendelser av ulik ulykkestype og ulike fartøystyper som er involvert. Forventet utslippstørrelse er knyttet opp mot typisk bunkerskapasitet for de ulike fartøystyper.

3.4.1 Oppsummering miljørisiko og akutt forurensning

Mulighetene for å gjennomføre en effektiv oljevernaksjon vil i analyseområde i stor grad være avhengig av vær-situasjonen. Ved å lede fartøyer gjennom en skipstunnel, vil fartøyene bevege seg i relativt beskyttede områder med kystlinje som er fra moderat eksponert til beskyttet for bølgeeksponering (Figur 3-14). Dette er områder der det størst sannsynlighet kan iverksettes effektive oljevern tiltak. Kystlinjen som er eksponert for skipstrafikk i dag er hodesaklig eksponert for bølgeenergi og har stor selvrensende evne. Oljesaneringstiltak i dette området vil derfor hovedsakelig kunne begrenses til grovrensing med unntak av enkelte områder.

Basert på kartanalyser av miljøressurser og MOB områder og havbruk, vil et endret trafikkmønster som følge av bygging av Stad skipstunnel ha følgende oppsummerte effekter:

Med utgangspunkt i trafikk tetthetsplott (Figur 3-15) og MOB fremgår det av kartfigurene Figur 3-10 og Figur 3-11 at kun MOB A "Høgfjellet Naturreservat" (Figur 3-10) vil få en redusert eksponering for skipstrafikk ved bygging av skipstunnel i forhold til dagens trafikk bilde. Innløpet til Moldefjorden har to MOB C sommer områder som vil bli mer eksponert for skipstrafikk forbi Stad ved bygging av Stad skipstunnel. Ved å lede trafikken gjennom en skipstunnel vil MOB C sommer lokalitetene 4 tom 8 i (Figur 3-12) bli utenfor trafikkområde for den skipstrafikken som går gjennom Stad skipsuhell.

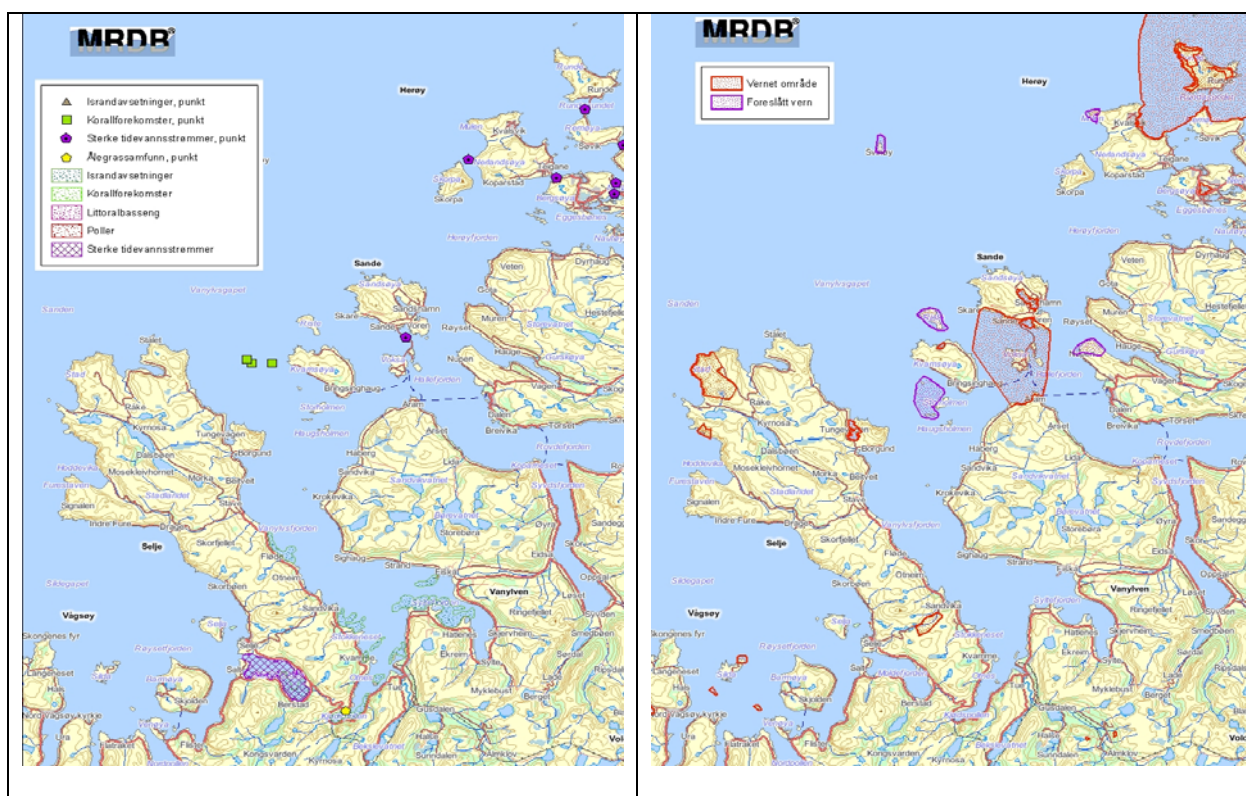
Kartfiguren Figur 3-13 viser hvilke havbruks konsesjoner som er gitt i analyseområdet. Kildene til oppslage er Fiskeridirektoratets database. Kartfiguren viser at Havbrukskonsesjonene 1 tom 9 i kartet, får en økning av skipsbevegelser og således være mer eksponert med utbygging av skipstunnel enn dagens situasjon.

Moldefjorden er merket av i sjøkart med spesielt sterke tidevannstrømmer (Figur 3-9). Hvordan strømbildet blir påvirket når en eventuell tunnel er på plass er ikke tatt standpunkt til i denne analysen. Ved sprengningsarbeider og utgraving av sprengsteinmasser vil nærområdene kunne slammes ned. Det bør utarbeides en plan for miljøovervåking før, under og etter disse arbeidene. Steinmassene som tas ut fra tunnelen bør klareres i forhold til geologi og mineralinnhold med tanke på videre anvendelse og distribusjon.

3.4.2 Marine miljøressurser og prioriteringer ved akutt forurensning

3.4.2.1 Marine ressurser

Kartfiguren (Figur 3-9) gir en oversikt over det marine naturmiljøer innen analyseområdet. Det er å merke seg at det flere steder er registrert sterke tidevannsstrømmer. Blant annet er hele Moldefjorden merket med sterke tidevannsstrømmer. Hvordan bygging av Stad Skipstunnel vil innvirke på tidevannsstrømmene i Moldefjorden er ikke vurdert i denne analysen.



Figur 3-9 Viser marine naturtyper til venstre og vernede områder til høyre

Vernede områder i influensområdet er vist i Figur 3-9 og beskrevet i Tabell 3-6. Noen verneverdier er også ansett å ha internasjonal interesse i IUCN. IUCN er Verdens naturvernunion – International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) er en internasjonal organisasjon som har som formål å bevare natur og biologisk mangfold. De har utarbeidet koder som beskriver vernestatus vist nedenfor.

Ia - Strict Nature Reserve

Et land- eller sjøområde med særmerkte eller representative økosystemer eller spesielle geologiske eller fysiske forhold, primært tilgjengelige for forskning eller miljøovervåking.

Ib - Wilderness Area

Et stort, urørt eller lite påvirkta land- eller sjøområde som har bevart sin opprinnelige karakter, uten permanent bosetning av betydning, som forvaltes på en måte som bevarer områdets naturtilstand.

II - National Park

Et naturområde som er ment å bevare ett eller flere økosystemer for nåværende og kommende generasjoner gi muligheter for undervisning og vitenskapelig utforskning, rekreasjon og friluftsliv innen miljømessig og kulturelt akseptable rammer.

III - Natural Monument

Et område med ett eller flere spesifikke natur- eller kulturelementer som er spesielt sjeldne, spesielt representative eller av spesiell estetisk eller kulturell verdi.

IV - Habitat/Species Management Area

Et land- eller sjøområde som krever aktiv innsats og forvaltning for å sikre bevaring av habitater eller spesielle arters krav til leveområde.

V - Protected Landscape/Seascape

Et område der samspillet mellom naturforhold og befolkning over tid har frambrakt et kulturlandskap med spesielle estetiske, økologiske eller kulturelle verdier, ofte med stort artsmangfold.

VI - Managed Resource Protected Area

Et område med overveiende upåvirkta naturlige systemer som forvaltes slik at naturverdier ikke går tapt, samtidig som en tillater en bærekraftig næringsutøvelse for å dekke behovene i berørte lokalsamfunn.

Tabell 3-6 Beskrivelse av vernede områder ved Stad

Navn	Vernestatus	Beskrivelse
Runde, Herøy kommune	Dyrelivsfredning	Område med dyrelivsfredning (artsvern) som blant annet grenser til fuglefredningsområdene på Runde. Den eneste restriksjonen som gjelder for dette området er at alle fugle- og pattedyrarter er fredet mot jakt- og fangst. Det er likevel tillatt med jakt og fangst av villmink etter viltloven med forskrifter.
Gressøyane, Runde, Herøy kommune	IUCN IV	Består av Gressøya og flere større og mindre skjær. Gressøya er berglendt og snau på vestsida, gresskledd og med skjellsand og rullesten på østsida. De andre skjærene er stort sett snaue. Hekkeplass for sjøfugl, ender, vadere og småfugl. Myteplass for ender og gjess. Av vernereglene kommer det blant annet fram at det er forbud mot allmenn ferdsel i området i perioden 15.4-15.8. Ett av 4 delområder (fuglefredningsområde) i Herøy og Ulsten på til sammen 1555 da landareal og 11100 da sjøareal.
Storevik, Sande kommune	Dyrelivsfredning	Område med dyrelivsfredning (artsvern) som grenser til Storevik naturreservat. Den eneste restriksjonen som gjelder for dette området er at alle fugle- og pattedyrarter er fredet mot jakt- og fangst. Det er likevel tillatt med jakt på villmink etter viltloven med forskrifter.
	Naturreservat, IUCN IA	Marint gruntvannsområde hovedsaklig på finsandssubstrat. Raste- og overvintringsplass. Vadefugl på strandområdene på Vorasanden og sjøfugl spredt i de store gruntvannsarealene. 15 fuglearter av regional interesse og 4 arter av nasjonal interesse (2 hekkende). Området har blant de største konsentrasjonene av overvintrende gråstrupedykker i Norge. Det vernede området har tilgrensende dyrelivsfredning (Storevik dyrelivsfredningsområde). Av botanisk interesse er store fjøresaltgressenger. Det er og registrert sjeldne arter som bogestorr og saftmelde. De botaniske interessene er noe øydelagt av grøfting. KiLDER: Økoforsk 86:3, Fylkesmannen i M&R Verneframlegg våtmark 1982.
Sandsvågen, Sande kommune	Naturreservat, IUCN IA	Rasteplass og overvintringslokalitet. 7 fuglearter av regional, og 2 av nasjonal og 1 av internasjonal interesse. Viktigste vinterbeite i fylket for sangsvaner. Lokaliteten er preget av store tidevannsareal med kvikkleire. Gjennom en smal tidevannsstrøm går sambandet til den ytre vågen og sjøen utenfor. Lokaliteten ligg lett tilgjengelig og er svært oversiktlig, og vil således være velegnet for forskning og undervisning. Kraftlinjen som krysser vågen er lagt i kabel. Botanisk er lokaliteten relativt artsfattig, men store ålegressenger på bunnen av Vågen er av interesse. KJELDER: Fylkesmannen i M&R Verneframlegg våtmark 1982, Økoforsk 1986:3B
Ristesundsanden, Sande kommune	Naturreservat, IUCN IA	Svært eksponert og vegetasjonsfri ytre fin sandstrand som går over i fordyner, lyse dyner og etablerte dyner før dyrket mark. Bekkeutløp omtrent midt i lokaliteten. Det er registrert 54 arter i området, blant annet sjeldne sørlige sandstrandarter som marehalm, sandstorr og strandreddik. Typelokalitet for sørlig og varmekjær sanddynevegetasjon, særlig er den etablerte dyna uten kulturpåverkning sjelden. Området er vernet som naturreservat i verneplan for havstrand og elveos. Foremålet med vernet er å sikre ett relativt intakt sanddyneområde som en typelokalitet for sørlig og varmekjær

Navn	Vernestatus	Beskrivelse
		sanddynevegetasjon. Området er i tillegg del av ett større sammenhengende beiteområde for sjøfugl og sjøpattedyr. KJELDER: Fylkesmannen i M&R rapp.1995:13, Økoforsk 1986:3B
Tungevåg, Selje kommune	Naturreservat, IUCN IA	Tungevåg er en saltvasspoll, som ligg nordvest på Ytre Stadlandet, ut mot åpent hav. Ornitologisk er området først og fremst interessant som trekk- og overvintringslokalitet for vadefugl. Stadhavet er ett av de mest værharde kystområdene i landet, i uværsperioder har det vist seg at Tungevågen har en særlig viktig funksjon for fugler som havelle, ærfugl, svartand og skarver som søker ly i området. I alt er det registrert 55 arter av våtmarksfugl, av disse 16 arter av andefugl og 18 arter av vadefugl. Årlig overvintrer 10-20 sangsvaner i området. Det er registrert flere gravrøyser/fortidsminner på Holmen, Tunga og Tofteneset. Ved Holmen og Tunga er noen mindre gruntvannsområder blitt fylt ut til nydyrkingsformål. På Hamnaneset er det flere gamle naust/sjøhus.
Høgfjellet, Selje kommune	Naturreservat, IUCN IA	Høgfjellet ligg mellom Ervik og Hoddevik på Ytre-Stadlandet. Fra Nons-hornet (ca. 342 m o.h.) stuper fjellet i sjøen, med Høgfjellnova som den sentrale del av lokaliteten. Store deler av området er prega av fjell i dagen. Fjellgrunnen består av gneisbergarter. Høgfjellet er ett lite fuglefjell, hekkebestand (1978-80): Havhest ca. 10 par, toppskarv 10-15 par, krykkje 100-150 par. Havsule er observert i hekketiden, også havørn er vanlig i området. Det er ikke foretatt inngrep i området. Det er ingen kjente interessekonflikter i området. Det bør ikke legges hinder for framtidig yrkesfiske.
Sildekruna, Vågsøy kommune	Naturreservat, IUCN IA	Sildekruna er en holme på nordsida av øya Silda, sammen med noen mindre skjær, rundt holmen. Berggrunnen består av gneis. Jordsmonnet er grunt, men med en rik flora, med innslag av sjeldne og oseaniske planter som er preget av det rike fuglelivet i området. Sildekruna er hekkeplass for flere arter av kyst- og sjøfugl, men er av særlig verdi for gråmåke, med en av de største koloniene i fylket. På nordsiden av Sildekruna er det en viktig hvileplass for skarv. Området er mye brukt som beiteplass for grågå. Holmen blir brukt som beiteplass for husdyr. Det bør ikke legges hinder for framtidig fiske
Flatholmen, Selje kommune	Naturreservat, IUCN IA	Flatholmen - er som navnet sier - en flat, gresskledd holme, i den indre skjærgarden, mellom Barmen og Vågsøy. Det høyeste punktet er 13 m o.h. Jordsmonnet er grunt, men med en rik vegetasjon, som er tydelig preget av fuglelivet. Berggrunnen består av gneis. Flatholmen er hekkeplass for flere arter av kyst- og sjøfugl, m.a. ærfugl, tjeld, stenvender, sildemåke, gråmåke og svartbak. Det er påvist hekking av myrsnipe og flere arter av spurvefugl. Området er en viktig beiteplass for grågå. Flatholmen er til en viss grad brukt som utfartsområde for småbåter. Holmen blir benyttet som husdyrbeite. Det bør ikke legges hinder for framtidig yrkesfiske.
Lysholmen, Vågsøy kommune	Naturreservat, IUCN IA	Lysholmen ligger i nordre del av Ulvesundet, mellom Vågsøy, Silda og fastlandet. Jordsmonnet er grunt, men med en rik gressvegetasjon (pga. guano). Berggrunnen består av gneis. Lysholmen er en viktig hekkeplass for flere arter av måkefugler, bl.a. sildemåke, gråmåke, ærfugl, og fiskemåke. Av andre

Navn	Vernestatus	Beskrivelse
		rugefugler kan nevnes: Tjeld, teist, skjerpiplerke og linerle. Holmen er en viktig beiteplass for gjess i trekketidene. Den nordlige delen av holmen er hvileplass for skarv. Det er ikke foretatt inngrep i området. Holmen bli benyttet til husdyrbeite. Det bør ikke legges hinder for fremtidig fiske. Lysholmen har den største sildemåkekolonien som er registrert i Nordfjord.

3.4.3 Prioriteringsmodell "MOB"

Når akutt oljeforurensning skjer, er det i påfølgende oljevernaksjon behov for å prioritere ulike miljøressurser og hvilke tiltak som skal/kan iverksettes. MOB er en modell for miljøprioritering i forbindelse med akutt forurensning, og innebærer at det foretaes en innbyrdes vekting av ulike miljøressurser etter bestemte kriterier (SFT & DN 1996). Analyseområdets miljøprioriterte områder i forbindelse med oljeforurensning er presentert i Figur 3-10. til og med Figur 3-12.



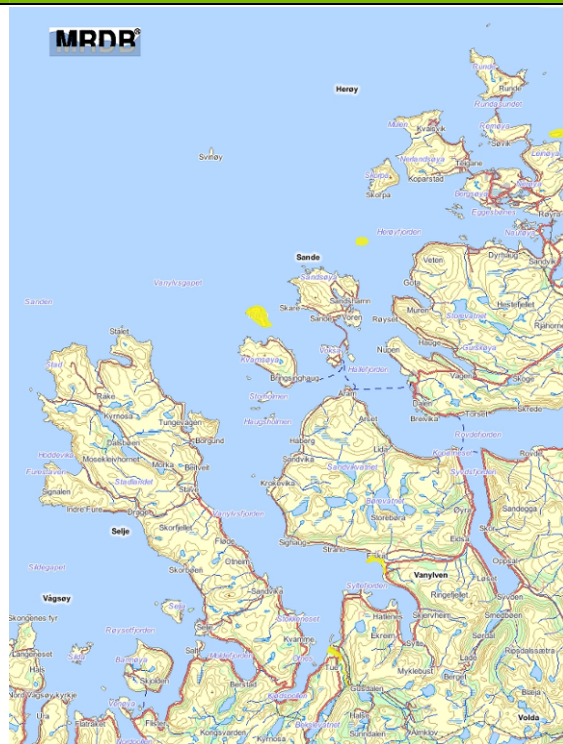
Figur 3-10 MOB A områder sommer og vinter i analyseområdet

MOB område B

Sommer



Vinter

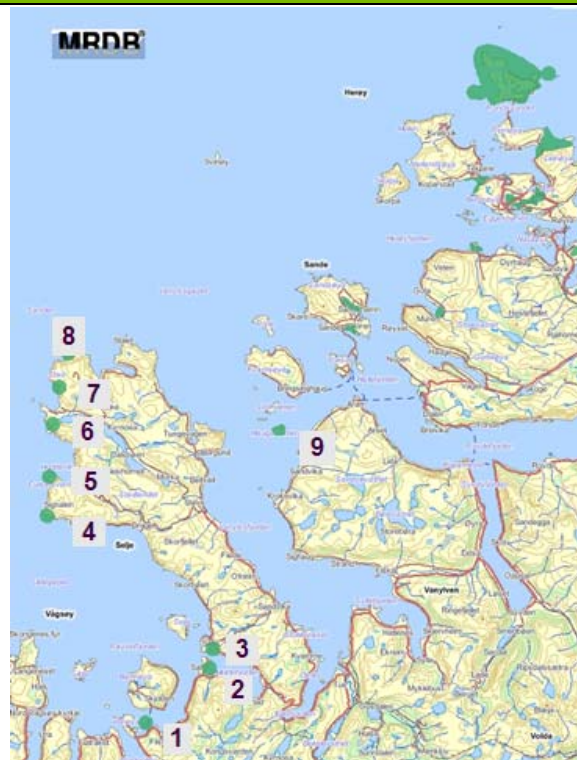
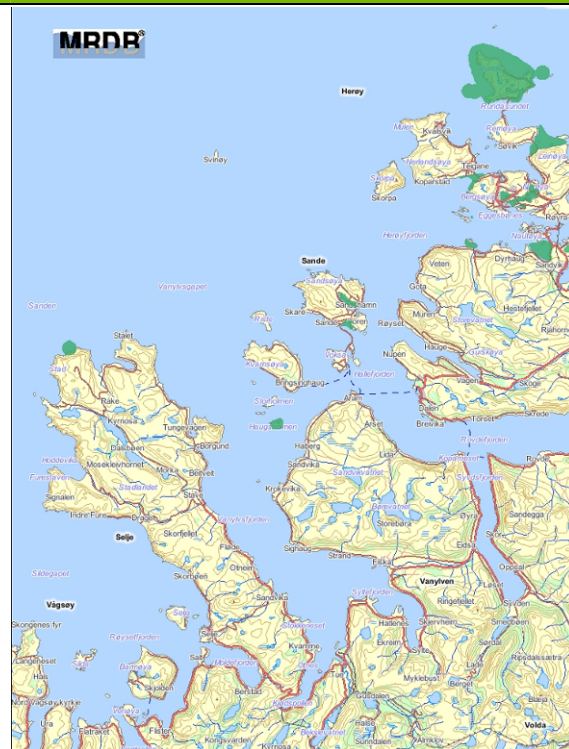


MOB B Sommer

- 1 Åheim/Åheimselva har botaniske verdier. Området inkluderer en elveos og er viktig for sjøfugl for resting, overvintring og hekking.
- 2 Øyra/Fiskåholmen har botaniske verdier med strandeng. Området inkluderer elveos og er viktig for sjøfugl for resting, overvintring og hekking
- 3 Flugevågsholmene er viktig hekkeområde for Sjøfugl. Registrerte artsgrupper er: Alkefugl, ender, måker, skarv, vadere
- 4 Storholmen/Frekøy er vurdert vernet som et viktig hekke- og næringsområde for sjøfugl. Artsgruppene i området er: Alkefugl, ender, måker, terner og vadere
- 5 Kvamsøya vest m. Bardene, Området er kasteplass for sel og viktig sjøfugl område for kystbundne overflatebeitende og kystbundne dykkende sjøfugler innen artsgruppene måker og skarv.
- 6 Klovholmane, er et viktig område for artsgruppene ender, måker og skarv
- 7 Skorpa/Nerlandsområdet, området har botaniske verdier og er et viktig hekkeområde for sjøfugl.

MOB B Vinter omfatter områdene 1, 2, 5 og 6 i kartfiguren

Figur 3-11 MOB B områder sommer og vinter i analyseområdet

MOB område C**Sommer****Vinter****MOB C Sommer**

1. Flatholmen-Venøy-Sandvikholmen er et hekkeområde for sjøfugl
2. Øygardsvika er et viktig våtmarksområde og rasteplass for sjøfugl
3. Hamreosen er et viktig våtmarksområde og rasteplass for sjøfugl
4. Fureneset hekkeområde for sjøfugl
5. Furestaven hekkeområde for sjøfugl
6. Breiskaret hekkeområde for sjøfugl
7. Nipa hekkeområde for sjøfugl
8. Kjerringa er et friluft og turområde
9. Haugsholmen med småholmer er et viktig område for sjøfugl

MOB C vinter er kun områdene 8 og 9 i figuren

Figur 3-12 MOB C områder sommer og vinter i analyseområdet

3.4.3.1 MOB områder som eksponeres for skipstrafikk med og uten bygging av skipstunnel:

MOB A og Mob B

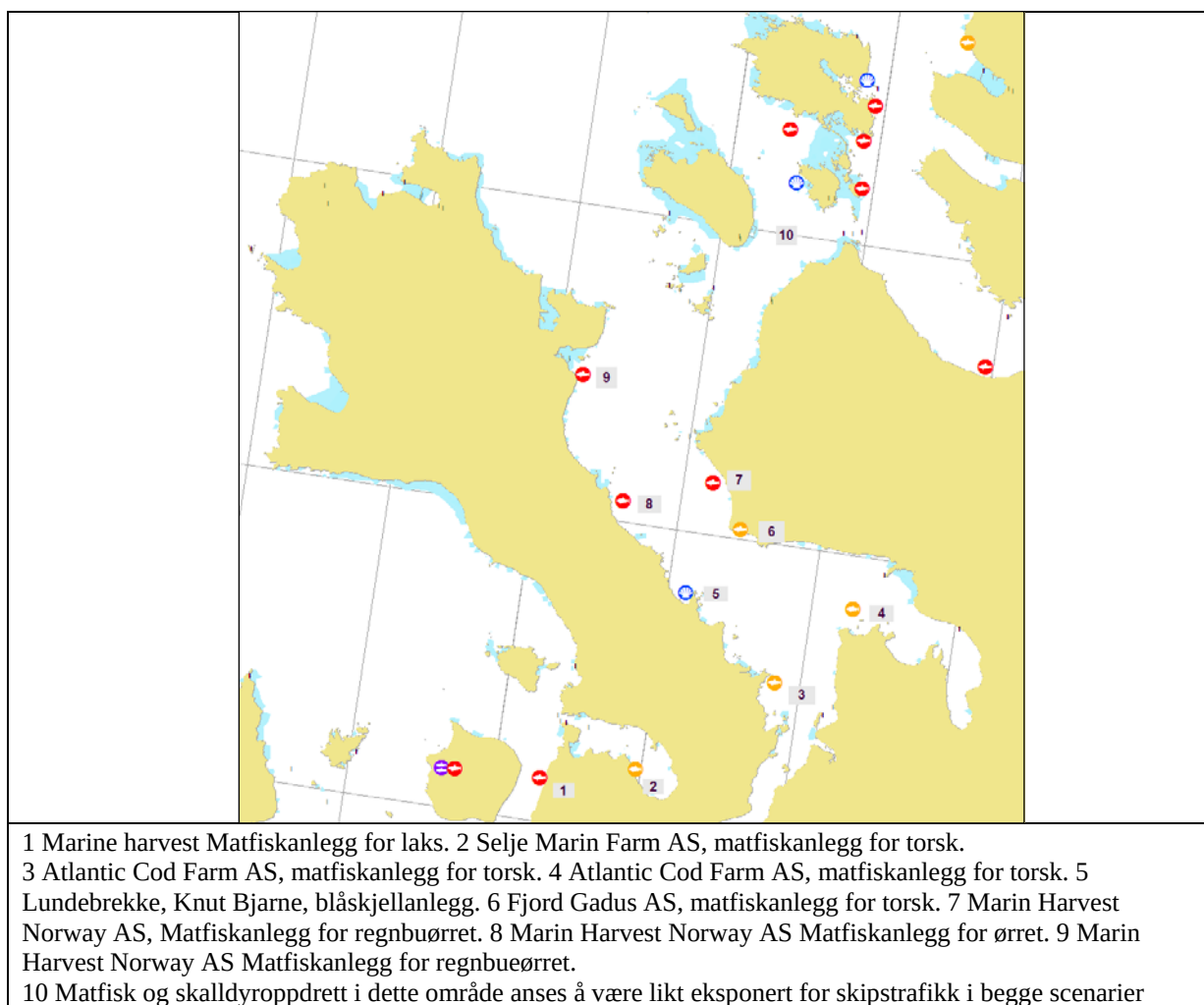
Med utgangspunkt i Figur 3-15 MRDB fremgår det av kartfigurene Figur 3-10 og Figur 3-11 at kun MOB A "Høgfjellet Naturreservat" (Figur 3-10) vil få en redusert eksponering for skipstrafikk ved bygging av skipstunnel i forhold til dagens trafikkbilde.

MOB C

Innløpet til Moldefjorden har to MOB C sommer områder som vil bli mer eksponert for skipstrafikk forbi Stadt ved bygging av Stadt skipstunnel. Ved å lede trafikken gjennom en skipstunnel vil MOB C sommer lokalitetene 4 tom 8 i (Figur 3-12) bli utenfor trafikkområde for den skipstrafikken som går gjennom Stadt skipsuhell.

Havbruk

Kartfiguren Figur 3-13 viser hvilke havbruks konsesjoner som er gitt i analyseområdet. Kildene til oppslage er Fiskeridirektoratets database. Kartfiguren viser at Havbrukskonsesjonene 1 tom 9 i kartet, får en økning av skipsbevegelser og således være mer eksponert med utbygging av skipstunnel enn dagens situasjon.



Figur 3-13 Oversikt over havbrukskonsesjoner i analyseområdet

Konsekvenser av oljeutslipp

For å kunne vurdere konsekvenser av et oljeutslipp er det relevant å skille på hendelser med tung bunkers og marin diesel. Dette fordi det både miljø- og beredskapsmessig er et overordnet skille mellom konsekvenser av oljeutslippet og muligheter for beredskapsmessige tiltak i de ulike utslippsscenariene. I betraktningene under er det tatt inn at analyseområdet er kjent som et område med mye bølge og tidevannsenergi som utgjør en høy selvrensende effekt.

Generell muligheter og begrensninger i oljevernberedskap

Beskriver i det følgende generelt om ulike faktorer som spiller inn i en eventuell aksjon mot akutt forurensning i to ulike områder med ulik eksponeringsgrad i forhold til bølgeaktivitet.

Mulige beredskaps tiltak:

1. Sikre havarist fra ytterligere skader og/eller vurdere å trekke havarist av eventuelt strandsette fartøy på egnet sted.
2. Ringen inn havaristen med lenser
3. Nøddosse bukers/last fra havaristen.
4. Kartlegge og eller modellere oljedrift
5. Mekanisk oljevern i akutfase for å redusere oljedrift, samle opp olje på sjø og hindre landpåslag
6. Akutt fase med frifase olje i strandsonen
7. Strandsanering

Utslipp av marin diesel i miljøer med mye bevegelsesenergi:

Fartøyer som oppgir å gå på marin diesel går som regel på et destillat. Det forekommer imidlertid også at disse fartøyene går på fortynnet tungolje. Marin diesel som destillat er et lettere petroleumsprodukt som sprer seg raskt på havoverflaten i tynne flak, fordamper og løser seg i vann relativt raskt (timer). De miljømessige konsekvensene av marin diesel er derfor oftest å betrakte som akutt toksiske i vannmassene. For sjøfugl vil diesel være like skadelig som andre petroleumsprodukter i fjædrakten, men tiden diesel er tilgjengelig på overflaten er begrenset. Effekter av diesel i fjæresonen vil også være akutt toksisk men vil vaskes bort relativt raskt (værvhengig).

Marin diesel dispergerer relativt raskt av seg selv så bruk av dispergeringsmidler på marin diesel i analyseområdet vil i de fleste tilfeller være lite relevant. Mekanisk oppsamling er ofte vanskelig da det ofte er vanskelig å bygge et tykt nok oljesjikt i oljelensene slik at en oljeopptager kan fungere etter sin hensikt. Bruk av absorbenter med påfølgende oppsamling og absorberende lenser kan benyttes under rolige bølgeforhold. Å nøddosse fartøyet er selvsagt, vis mulig, det beste tiltaket. Enkelte marine diesel produkter, som nevnt, har vist at de kan danne stabile emulsjoner. Disse produktene vil kunne la seg samle i lenser og kan kreve en rensing av tilgriset kystlinje ved en strandaksjon.

Utslipp av tung bunkers i miljøer med mye bevegelsesenergi: Tunge bunkersoljer vil som oftest ta opp i seg vann (40 – 80% vann) og danne stabile emulsjoner. Det vil være relativt liten

avdamping og oljen har liten evne til å løse seg i vannmassene. Emulsjonen vil ha lang levetid i naturen er klebrig og vil kunne tilgrise stor arealer. De miljømessige konsekvensene av olje som griser til kystlinjen er at den har en kvelende effekt på det den dekker til, er toksisk og skader fjærdrakt på sjøfugl slik at disse fryser i hjel eller forgiftes ved pussing av fjærdrakten. Embryo i fugleegg som grises til vil kveles. Beredskapsmessig er det mulig å tømme havarist, dispergere (ofte kort tidsvindu) og tradisjonell mekanisk oppsamling. Utslipp av tung bunkers ved et eventuelt havari vil som oftest føre til store areal med tilsølt kystlinje. Denne må som regel renses manuelt i en tung, langvarig og ressurskrevende strandaksjon.

Områdene omkring Stadt er som tidligere nevnt kjent for værharde forhold. Det er mye bølger og store tidevannsforskjeller (ca 1 meter). Mye bølgeenergi i kystsonen gjør at kystlinjen som vil være eksponert for et eventuelt oljeutslipp har høy selvrensende evne. Oljesanering vil derfor muligens i stor grad begrense seg til å sikre frittflytende olje og grovsanering der man kommer til. Høy bølge- og tidevannsenergi vil være krevende områder å sanere med tanke på HMS.



Figur 3-14 angir i hvilken grad kystlinjen, ved en eventuell skipstunnel, er eksponert for bølger. Rød er beskyttet, grønn er moderat eksponert for bølgeaktivitet og blå er eksponert for bølgeaktivitet

Figur 3-14 viser at med utbygging av Stadt skipstunnel vil kystlinje som er beskyttet til moderat eksponert kystlinje bil mer eksponert for skipstrafikk enn slik skipstrafikken går i dag.

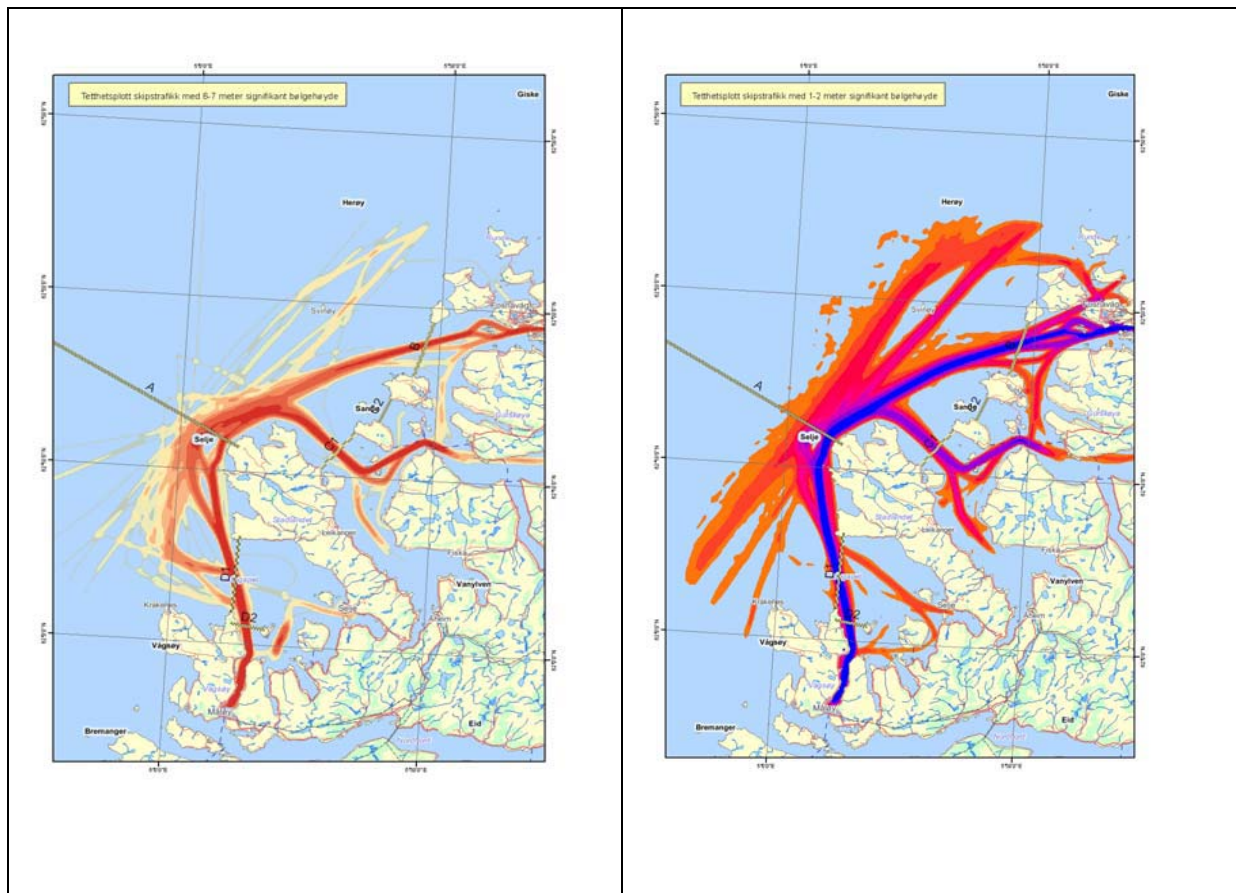
Oljevernaksjon i et beskyttet til moderat eksponert område:

Sannsynligheten for å lykkes i de opplistede oljeverntiltak øker signifikant med rolig sjø, strøm og vind:

1. Ringe inn havaristen med lenser. Dette avhenger av at det er relativt stille sjø og ikke brytende bølger for at lensene skal holde på oppfanget olje.
2. For å kunne iverksette nødlossing er det viktig at havaristen ligger stabilt. Sikkerhet for personell er alltid høyest prioritert. I denne type operasjoner er det behov for å bringe inn noe tyngre utstyr.
3. Tradisjonell mekanisk oppsamling av olje på sjø er avhengig av signifikante bølgehøyder under 4 meter (NOFO standard). Kystnær beredskap som indre kystvakt har en begrensning ved signifikant bølgehøyde på ca 2,5 meter.

Oljevernaksjon i et eksponert område:

1. Det vil være vanskelig å ringe inn en havarist med lenser med stor bølgeaktivitet. Spesielt med brytende bølger vil en oljelense fungere svært begrenset. Det vil være utfordrende å legge lensene også med tanke på sikkerhet for mannskaper.
2. For å kunne nødlosse en havarist må det på en sikker måte kunne håndteres en del tungt utstyr som pumper, powerpacks – slanger og så videre. Dette vanskeliggjøres med mye vind og eventuell bevegelser i havarist. Det skal også håndteres et støttefartøy med tankkapasitet i nærområdet. Sannsynligheten for å kunne iverksette nødlossing blir redusert i vær eksponerte områder.
3. Kartlegging og eller modellering av oljedrift vil være avhengig av observasjoner fra båt, fly eller helikopter samt vind og strømdata for modellering og prognoser.
4. Mekanisk oljevern er avhengig av relativt rolige vind og bølgeforhold. Både med tanke på sikker gjennomføring av operasjoner samt begrensninger i oljelensenes effektivitet med tanke på strøm og bølger.



Figur 3-15 Trafikktetthetsplott ved Stad ved henholdsvis 6-7 meter bølgehøyde til venstre og 1-2 meter bølgehøyde til høyre.

4 KONKLUSJON RISIKOANALYSE

Denne studien omfatter en analyse av sikkerhetsmessige forhold knyttet til forseiling til, fra og i Stad skipstunnel hvor det er vurdert to tunnelalternativ, en liten tunnel og en stor tunnel der Hurtigruta er beregnet til å passere gjennom tunnelen. Hovedfunnene i denne analysen er som følger:

- Forventet antall ulykker vil reduseres med tunnelalternativ med stor tunnel (Hurtigrute alternativet). Dette skyldes i stor grad at flere skip vil kunne ha en tryggere seilas for å komme seg forbi Stad, samt færre støt mot tunnelveggen. Selv om Hurtigruta har to passeringer om dagen, som bidrar til økt frekvens av støt mot tunnelveggen, har den økte bredden ført til at mindre fartøy har større klarering og dermed en enklere navigasjon i gjennom tunnelen.
- Etablering av Stor Tunnel gir en betydelig reduksjon i sannsynlighet for alvorlige ulykker . Ved å etablere stor tunnel vil risikoen for ulykker med omkomne blant fartøyene som kan benytte en skipstunnel være tilnærmet neglisjerbar sammenlignet med seilas rundt Stad.

5 REFERANSER

- /1/ DNV rapport nr. 2007-1268 rev. 02 – Risikoanalyse av Stad Skipstunnel inkludert gjennomseiling av Hurtigruta
- /2/ DNV rapport nr.2010-0085 rev.06 – Analyse av akutt oljeutslipp fra skipstrafikk langs kysten av Fastlands-Norge, DNV 2010
- /3/ Kystverkets nettsted: www.kystverket.no
- /4/ Prognoser mottatt fra Jon-Arve Røyset i Kystverket, e-post motatt 06.desember.2009. Subject: "Kvalitetssikret scenario for trafikkutviklingen" og data for seilingsleder samt kryssende trafikk
- /5/ IHS (information handling services) Fairplay Causality database, 2010
- /6/ DNV rapport 2009-1462 rev3, "Accident statistics analysis an underreporting", DNV Research and Innovation
- /7/ DVN, "Risikoanalyse av Stad skipstunnelen", Rapport 2000-3284, 13.07.00
- /8/ www.sjofrattsdir.no
- /9/ www.statenskartverk.no
- /10/ Møte med DNV Buisness Risk og DNV Operational Safety, 10. august 2010
- /11/ DNV Rapport - Analyse av fartøystrafikk Rapportnr. 2010-1639
- /12/ Kystverket, Konsepsvalgtutredning Stad skipstunnel 7 desember 2007
- /13/ Metrologisk Institutt – Hindcast værdata for Stad fra 1957 til 2010
- /14/ Møte med Kystverket loser og VTS 9.112010 på Scandic Hotell Oslo Airport
- /15/ Hovudrapport Stad Skipstunnel Forprosjekt, Asplan Viak 2001
- /16/ SFT & DN (1996) Beredskap mot akutt forurensning. Modell for prioritering av miljøressurser ved akutte oljeutslipp langs kysten, 19 sider, Statens forurensningstilsyn, Horten, Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim
- /17/ Marin Ressursdatabase (MRDB 2009)

Det Norske Veritas:

Det Norske Veritas (DNV) er en ledende, uavhengig leverandør av tjenester for risikostyring, med global virksomhet gjennom et nettverk av 300 kontorer i 100 ulike land. DNVs formål er å arbeide for sikring av liv, verdier og miljø.

DNV bistår sine kunder med risikostyring gjennom tre typer tjenester: klassifisering, sertifisering og konsulentvirksomhet. Siden etableringen som en uavhengig stiftelse i 1864 har DNV blitt en internasjonalt anerkjent leverandør av ledelsestjenester og tekniske konsulent- og rådgivningstjenester, og er et av verdens ledende klassifiseringsselskaper. Dette innebærer kontinuerlig utvikling av ny tilnærming til helse-, miljø- og sikkerhetsledelse, slik at bedrifter kan fungere effektivt under alle forhold.

Global impact for a safe and sustainable future:

Besøk vår internettside for mer informasjon: www.dnv.com